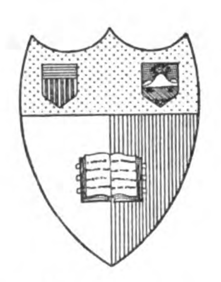
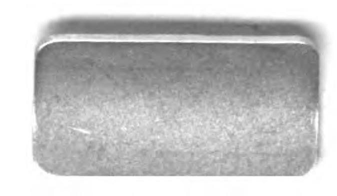






Illustriertes Jahrbuch

der Naturkunde

Das Jahr 1903

Theodor Lange
Garteninspektor der Gärtner-Lehranstalt
Köstritz.

Die Mondscheingebirge Sabine, Ritter und Arago.

Prochaskas Illustrierte Jahrbücher

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde

Erster Jahrgang

Von Herm. Berdrow

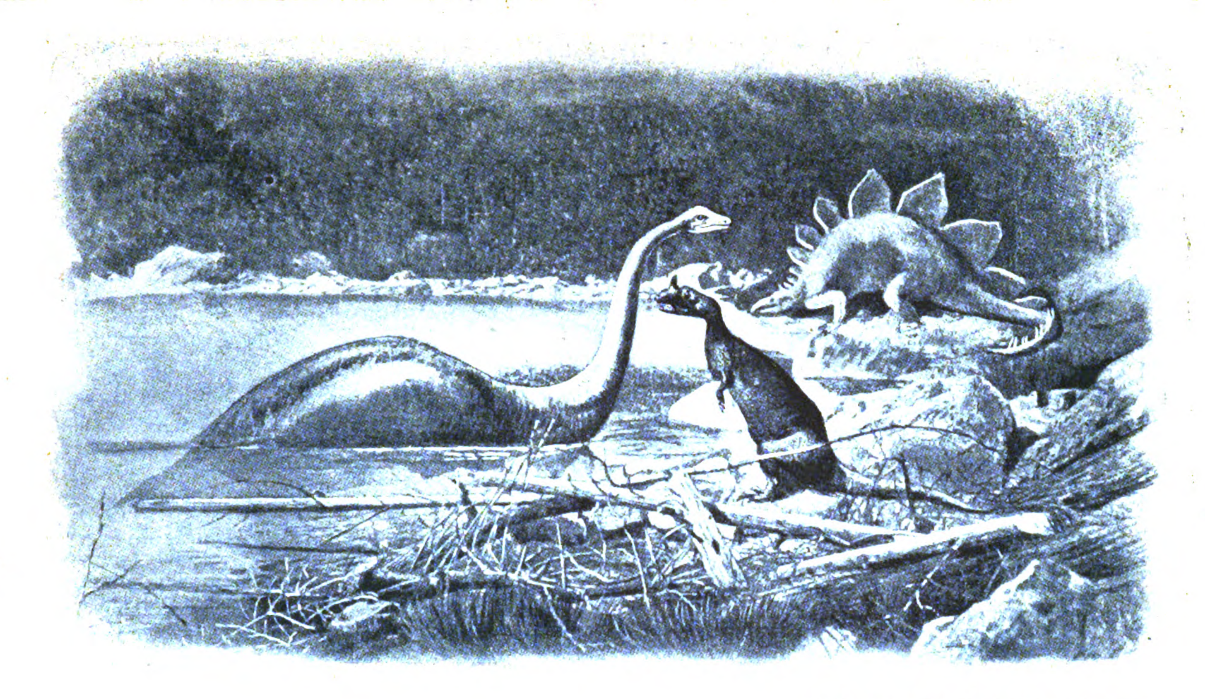
Das Jahr 1903



Leipzig
Königstraße 9/11

Karl Prochaska in Teschen

Wien
Kumpfg. 7



Nordamerikanische Dinosaurier der Kreidezeit.

Einleitung.

Unauslöschlich brennt im menschlichen Geiste der Durst nach Erkenntnis. Nicht nur in einzelnen faustischen Naturen lebt die Sehnsucht, sich selbst und „was die Welt im Innersten zusammenhält" zu fassen und zu begreifen. Faust verkörpert heute die Menschheit selber, welche in unbezwinglichem Drange ihre höchsten Kräfte, Vernunft und Wissenschaft, unablässig einsetzt, um das hehre Ziel, den Tempel ewig giltiger Wahrheit, zu erreichen. So uralt dieses Streben, das der Neuzeit reiche, hochwillkommene Gaben auf allen Gebieten der Technik und des täglichen Lebens beschert hat, so weit entfernt sind wir trotzdem anscheinend noch vom Ziele, welches uns tausend Trugschlüsse verhüllen, tausend Irrwege verheimlichen.

Inzwischen flutet der Strom der Wissenschaft immer breiter, immer herrlicher durch die Gefilde menschlichen Denkens, menschlicher Arbeit. Dunklen Tiefen und unreinen Quellen entronnen, hat er im Lauf der Jahrtausende die seltsamen und fremden Elemente des Aberglaubens, der Astrologie, der Wundersucht ausgeschieden und sich in das kristallklare, schöne Reich der Wirklichkeit und der Wahrheit durchgerungen. Millionen stillen den Wissensdurst an seinem köstlichen Naß; Glück, Gesundheit und Frohsinn erblühen, wohin seine Arme sich erstrecken, und mit hoffnunggeschwellten Segeln schweben tausend Schiffe auf seinem Rücken vorwärts in unbekannte, ungeahnte Reiche. Wohin wird er die kühnen Schiffer tragen? Werden sie landen auf der Zauberinsel, die den Tempel der höchsten Erkenntnis trägt, werden sie seine Tore öffnen, sein Geheimnis schauen? Niemand vermag das heute zu sagen. Aber gleichviel: wäre das eigentliche Ziel im letzten Grunde auch unerreichbar, bliebe die brennende Sehnsucht auch ewig ungestillt — unermeßlicher Segen ruht trotz alledem auf diesem nimmermüden Vorwärtsstreben. Was hat schon die kurze Spanne des XIX. Jahrhunderts der mit unablässig verfeinerten Methoden und Apparaten arbeitenden Naturforschung an großartigen, unvorhergesehenen wissenschaftlichen Ergebnissen zugebracht!

Mit zwei gewaltigen Hilfsmitteln strebte die Königin der Naturwissenschaften, die Astronomie, hinaus in den Weltraum, längst bekannte Regionen tiefer zu ergründen, bisher ungeahnte Reiche neu zu erobern. Das Spektroskop, zuerst auf dem Felde der Chemie erprobt und vervollkommnet, hat uns die physische Beschaffenheit der Himmelskörper und die jeden irdischen Maßstab weit hinter sich lassenden Vorgänge der Weltenbildung und der Weltkatastrophen kennen gelehrt. Es hat uns gezeigt, daß die erhabene Ruhe des Sternenhimmels ein Trug unserer Sinne ist; mit Hilfe des Dopplerschen Prinzips, wonach die Art eines Lichteindruckes — gleich der Höhe eines Tones — davon abhängt, ob sich die Entfernung der Lichtquelle vom Auge vergrößert oder vermindert, stellte man fest, daß zahlreiche Gestirne sich mit ungeheurer Geschwindigkeit von uns fort oder auf das Sonnensystem zu bewegen. Das zweite Hilfsmittel, die mit dem Fernrohr verbundene photographische Platte, bereicherte nicht nur unsere Kenntnis des Sonnensystems durch Entdeckung zahlreicher kleiner Planeten, sondern zeichnete hinter dem sichtbaren Fixsternhimmel einen zweiten von unermeßlicher Tiefe und Fülle, für dessen Strahlen unsere Netzhaut keine Empfindlichkeit mehr besitzt. Der im Jahre 1887 zu Paris von einer internationalen astronomischen Konferenz gefaßte Beschluß, auf photographischem Wege durch 22.000 Aufnahmen eine Himmelskarte mit allen Sternen bis zur 14. Größenklasse herzustellen, gibt künftigen Jahrhunderten die Möglichkeit, durch Wiederholung

dieser Arbeit und Vergleichung die am Fixsternhimmel in tangentialer Richtung vorgehenden periodischen Bewegungen und die Bahn unseres Sonnensystems durch den Weltraum genau festzustellen.

Mit Hilfe des Ballons und des Flugdrachens streben wir über die höchsten Bergriesen hinaus ins freie Luftmeer, den Winden, den Wolken und dem Blitze ihre Geheimnisse zu entreißen. Gleichzeitig verschafft uns eine hochgesteigerte Bohrtechnik sowie das einfache, aber sehr sinnreich verfeinerte Meßinstrument des Pendels wertvolle, wenn auch noch lange nicht genügende Aufschlüsse über früher unerreichbare Erdtiefen. Sie haben im Verein mit dem Studium der Vulkane und Beben, mit den Forschungen über die Entstehung und das relative Alter der geschichteten Gesteine, über die Ursachen und den Verlauf der Eiszeiten den zu Anfang des XIX. Jahrhunderts erst schwach keimenden Zweigen der Geologie und Geognosie einen ungeahnten Aufschwung gegeben.

Den Fortschritten der Physik, soweit sie im Reiche des Verkehrs durch eine lange Reihe wundervoller Entdeckungen eine wahre Revolution hervorgerufen haben, steht heute — leider — schon das Kind wie etwas Selbstverständlichem, Engvertrautem gegenüber. Daß diese Fülle motorischer Kraft wie jede andere Bewegungsenergie auf Erden der Sonnenwärme entstammt, war eine der wichtigsten Entdeckungen des vergangenen Säkulums, die zugleich eine derbe Lektion für die im geozentrischen Irrtum wurzelnde menschliche Überhebung in sich schloß. Denn von der gesamten Sonnenwärme, die genügen würde, um in der Fünftelsekunde zwischen zwei Schlägen einer Taschenuhr die Wassermenge des nördlichen Eismeeres zum Sieden zu erhitzen, wird dem Erdbällchen kaum der 22millionste Teil eines Prozents zu teil. Wichtiger noch erscheint jene von Helmholtz begründete Wahrheit, daß der Ursprung dieser Wärme in dem Verdichtungsprozesse der Sonnenmaterie, in der allgemeinen Gravitation zu suchen ist, derzufolge sich die Massenbewegung in Wärme umsetzt. Eine beängstigende Erkenntnis; denn diese Umwandlung muß zweifellos einmal ein Ende nehmen, die Sonne muß, da ihr kein merklicher Ersatz für die ausgestrahlte Wärme wird, schließlich erkalten, womit dem Fortbestehen alles irdischen und etwaigen planetarischen Lebens ein Ziel gesetzt wäre. Menschlichem Ermessen nach freilich erst nach einigen Millionen Jahren.

Es bleibt uns also noch ein Weilchen Zeit, in Ruhe über die ungelösten Probleme der Physik nachzudenken, die Fragen nach der Begrenztheit oder Unendlichkeit des Raumes, nach der Existenz und Beschaffenheit des Weltäthers, nach dem Wesen und den Trägern der elektrischen und anderer jüngst entdeckter Strahlen, nach den Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität, Elektrizität und Magnetismus zu erledigen; Fragen, die das Studium der Physik neuerdings fast zu dem interessantesten, weil die wichtigsten Aufschlüsse über das Wesen der Dinge verheißenden Arbeitsgebiete erhoben haben.

Nicht dasselbe läßt sich vom Standpunkte des Laien hinsichtlich der Chemie behaupten. Faust hatte gut reden: Wer sie nicht kennte, die Elemente! Aus den vier Gewaltigen, deren Beherrschung er sich rühmte, hat sich allmählich eine Schar von über 70 Koboldeu entwickelt, großenteils zuchtlose Gesellen, die gar nicht geneigt sind, sich nach dem Willen des Herrn und Meisters in ein wohlgeordnetes System zu fügen. Ja wenn man nur erst wüßte, ob sie überhaupt ernsthaft als Individuen aufzufassen sind, ob sie sich nicht vielmehr eines Tages sämtlich als eigenartige Gruppierungen eines Urelements erweisen werden! Gigantische Mittel hat der Mensch aufgeboten, um diese Elemente zu unterjochen und seinen Wünschen gefügig zu machen. Hier geht er ihnen mit gewaltigen Kompressionsmaschinen zu Leibe, die einen Druck von Hunderten, ja von Tausenden von Atmosphären ausüben. Genügt das zur Erreichung des gewünschten Zweckes nicht, so wird die Kälte zu Hilfe gerufen, und vermittels dieser beiden Kräfte ist es gelungen, die widerspenstigsten Gase zu geschmeidigen und in den flüssigen respektive festen Zustand überzuführen. Doch bieten solche Versuche nicht nur große technische, sondern auch gewaltige pekuniäre Schwierigkeiten; der Aufbau eines Apparates, mit dem der englische Physiker Dewar den auf -205^{0} abgekühlten Wasserstoff unter einem Druck von 180 Atmosphären verflüssigte, beschäftigte drei Ingenieure ein volles Jahr lang. Weniger schwierig ist die Erzeugung sehr hoher Wärmegrade mittels des elektrischen Ofens, der nicht nur die Herstellung des Aluminiums im großen und technisch wichtiger Verbindungen wie des Kalziumkarbids und des Karborunds ermöglicht hat, sondern auch gestattet, das Verhalten der Elemente und ihrer Verbindungen bei hoher Temperatur zu beobachten und daraus Schlüsse auf die Beschaffenheit der Materie zu ziehen.

Während sich so an dem Gebäude der anorganischen Naturwissenschaften ein Stein zum anderen fügt und die vorausfliegende Phantasie den Zeitpunkt schon erschauen kann, da die Menschheit der buntbebänderten Krone auf dem Dachfirst zujubeln wird, will die Arbeit auf dem Felde der biologischen Fächer nicht in gleichem Tempo vorwärts schreiten. Nicht nur daß über den Fragen nach dem Ursprung und dem Wesen des Organischen, nach seinem Verhältnisse zum unbelebten Stoffe immer noch das alte Dunkel ruht: auch längst für erledigt gehaltene Forschungsergebnisse, wie die Entwicklungslehre und die von Darwin ausgehenden Theorien zur Erklärung der Entwicklung, werden revidiert und in Frage gestellt. Hier, wo der Mensch nicht Forscher allein, sondern zum Teil auch Forschungsobjekt ist, sind die Resultate seiner Arbeit häufig in unerwünschtem Maße von subjektivem Wünschen und Ermessen, von durch Erziehung und Abstammung bedingter persönlicher Voreingenommenheit getrübt. Dennoch offenbart sich auch hier in der Fülle dessen, was der Verlauf eines einzigen Jahres an wichtigen Tatsachen, an neuen Errungenschaften und Vermutungen hervorbringt, jener Fortschritt, der uns berechtigt, das Wort eines großen Zeitgenossen auf die Naturwissenschaft anzuwenden: Die Wahrheit ist unterwegs, und keine Macht der Erde wird ihr Halt gebieten!



Der gestirnte Himmel.

(Astronomie.)

Eine Weltkatastrophe. • Verwickelte Sonnensysteme. • Endlose Räume und Zeiten. • Tod oder ewiges Leben des Weltalls? • Die Sonne. • Planeten und Planetoiden. • Weltenbummler und Weltpolizei. • Der Mond.

Eine Weltkatastrophe.

Überwältigend war das Interesse vergangener Zeitepochen an dem gestirnten Firmament, und nichts kennzeichnet den Unterschied zwischen unserer heutigen und jener Weltauffassung besser als die Tatsache, daß dieses Interesse gegenwärtig in den weitesten Kreisen so matt, vielfach fast erloschen ist. Mit dem Gefühle ehrfürchtiger Anbetung blickten die Alten zum Himmel, dem Wohnsitze ihrer großen planetarischen Gottheiten, empor; voll Neugier und Grauen las das Mittelalter aus der Konstellation der himmlischen Zeichen die Geschicke des Einzelnen wie ganzer Geschlechter. Es herrschte eine Vertrautheit mit den Vorgängen am Sternengewölbe, die für den modernen Menschen etwas Beschämendes hat. Das waren jene Zeiten, da die kleine Erde und ihre Umgebung noch die Welt bedeuteten. Heute, da wir wissen, daß Tausende und Abertausende weit größerer Welten im unendlichen Raume dahinsausen und eine unbegreifliche Schöpferkraft unablässig neue Sonnen und Erden entstehen läßt, heute lassen wir Himmel Himmel sein und — schlagen fleißig unseren Kalender auf!

Ein neuer Stern am Himmel! Welche Aufregung rief diese Botschaft im Zeitalter der Astrologie hervor, obwohl jene Zeit die eigentliche Bedeutung dieser Erscheinung nicht einmal ahnte. In der Chronik des ehrenfesten Magisters Enoch Widmann zu Hof an der Saale lesen wir:

> „Am 10. novembris anno 1572 ist im Niderland uf den abend nach der sonnen untergang ein newer, ungewöhnlicher und heller stern in dem himmlischen gebildeten zeichen Cassiopeae, bei uns allhie aber und anderswo in Deutschland allererst den 16. tag gedachts monats vermerket und gesehen worden: welcher gantz unbeweglich stets an einem ort des himmels und allweg in gleicher größe und einerlei glantz bei anderthalb jaren gestanden, in solcher höhe von der erden, daß kunstliche mathematici mit ihren instrumenten sein corpus in der sphaera Veneris wegen der geringen parallaxim, so sich nur uf 19 scrupula erstrecket, stehend befunden und der ursach halber ihn für keinen cometen erkannt haben."

Es war die am 11. November 1572 von Tycho Brahe zufällig entdeckte Nova Cassiopejä, eine der wunderbarsten Erscheinungen unter den neuen Sternen, die alle Fixsterne so sehr an Strahlenglanz übertraf, daß sie sogar bei Tage sichtbar blieb. Vom Dezember an schwand ihre Leuchtkraft allmählich, im März 1573 glich der Stern nur noch seinen Brüdern erster Größe und ein Jahr später war er dem Auge entschwunden. Nahe dem Orte, wo er stand, finden wir heute ein Sternchen elfter Größe, das möglicherweise mit Tychos Nova identisch ist.

Und was schob man einem solchen Ankömmling alles in die Schuhe! Da sollte er nicht nur den überaus nassen, die ganze Ernte vernichtenden Sommer des Jahres 1573, große Gewitter und Flußüberschwemmungen nebst den daraus erwachsenen Schäden herbeigeführt, sondern auch — „andere effectus und wirkung desselben verschweigend" — die Zwinglischen Theologen und Professoren zu Wittenberg ermutigt haben, mit ihrer Lehre und Predigt aufs neue gegen das verhaßte Luthertum zu Felde zu ziehen.

Ein neuer Stern am Himmel! Für uns bedeutet diese Botschaft keinerlei irdisch Unheil, sondern das erhabene Schauspiel einer Weltkatastrophe, eines Weltunterganges oder einer Weltengeburt, also eines Vorganges, von dem sich die feurigste Phantasie kaum ein zutreffendes Bild malen könnte; und dennoch hebt unter Tausenden kaum einer den Blick zum Himmel, um wenigstens den Ort dieses Ereignisses zu suchen. Träte eine ähnliche Katastrophe auf der Sonne, d. h. in einer Entfernung von 174 Millionen Kilometer ein, so würde im Nu die ganze Erdoberfläche in Schmelzfluß geraten. Nun aber läßt die riesige Entfernung des neuen Sternes uns nur das Aufflammen eines bis dahin unsichtbaren Himmelskörpers gewahr werden, und wenn unsere Astronomen nicht mit ganz anderen Hilfsmitteln arbeiteten als die „kunstlichen mathematici" des XVI. Jahrhunderts, so trippelten wir wahrscheinlich noch in den astrologischen Kinderschuhen einher.

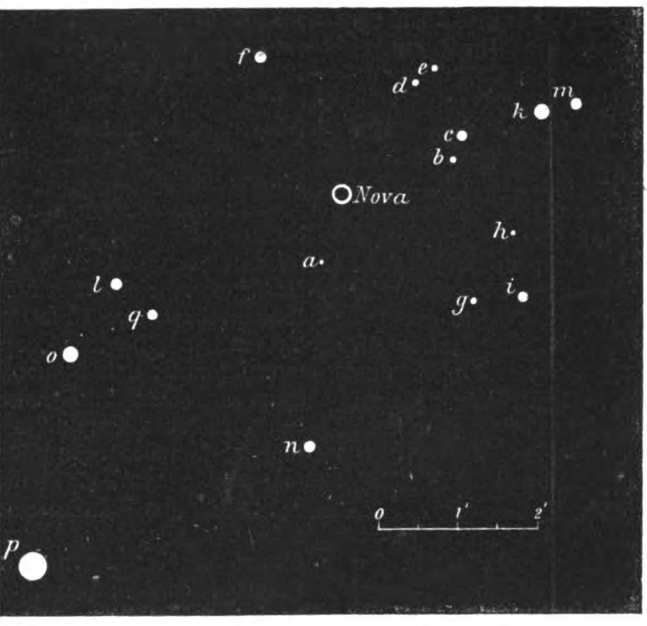
Die Entdeckung der Nova — mit diesem Namen bezeichnet man neu erscheinende Sterne — geschah am 21. Februar 1901 durch den Astronomen Anderson in Edinburgh. Noch am Abend dieses Tages, wenige Stunden vor der Entdeckung, war das Sternbild des Perseus, der Ort der Nova, von anderer Seite zufällig genau gemustert worden, ohne daß irgend etwas Auffälliges gesehen worden wäre. Der Stern war im Moment der Entdeckung etwa dritter Größe, nahm aber so schnell an Lichtfülle zu, daß er am folgenden Abend dem Procyon, einem Gestirn erster Größe im Kleinen Hund, gleichsah. Am Abend des 23. Februar hatte er bereits die Lichtstärke der zwischen ihm und Procyon stehenden Kapella im Fuhrmann erreicht und nahm noch bis Mitternacht zu, wo er, die Sterne erster Größe übertreffend, seinen größten Glanz entfaltete. Von nun an verblaßte er unter mehrmaligem Aufflackern allmählich, bis er im August 1901 als



Fixstern sechster bis siebenter Größe, dem unbewaffneten Auge kaum noch erreichbar, konstant blieb. Sein anfangs blauweißer, dem Schimmer der Wega ähnelnder Schein ging schon nach wenigen Tagen in das gelblichweiße Licht der Sonnenscheibe, später in eine rötliche oder rotgelbe Farbe über. Die Neuerscheinung wurde, weil schon im Jahre 1887 in demselben Sternbilde ein neuer Stern mit ähnlichem Spektrum entdeckt war, Nova Persei Nr. 2 getauft.

Kaum hatte der Telegraph die Kunde der Entdeckung mit Blitzesschnelle über Land und See getragen, so richteten sich auch schon Dutzende von Spektrographen und himmelsphotographischen Instrumenten auf den flammenden Weltkörper. Da kaum eine andere Untersuchungsmethode uns so viel Licht über Vorgänge in unendlich fernen Welträumen verschafft hat wie die Spektralanalyse, so wollen wir uns hier die Grundlagen derselben in aller Kürze ins Gedächtnis zurückrufen.

Lassen wir, den einfachen Versuch Newtons wiederholend, durch eine feine Öffnung im Fensterladen eines völlig verdunkelten Zimmers ein Bündel Sonnenstrahlen einfallen und hemmen wir deren Lauf durch Vorhalten eines dreiseitigen Prismas, so erblicken wir auf der Wand oder einem Lichtschirm hinter dem Prisma ein zusammenhängendes Farbenband, welches für unser Auge an dem einen Ende mit Rot, an dem anderen mit Violett abschließt, obwohl wir gegenwärtig wissen, daß außerhalb dieser Endfarben noch unsichtbare Strahlen auf den Schirm fallen, die ultravioletten und die infraroten, deren Photographie mit Hilfe besonders zubereiteter Platten erlangt werden kann. In diesem farbigen Bande, dem kontinuierlichen Sonnenspektrum, unterschied Newton entsprechend den Stufen der Tonleiter sieben Hauptfarben, die bekannten Regenbogenfarben, zwischen denen sich aber scharfe Grenzen nicht ziehen lassen. Ein solches zusammenhängendes Spektrum entsteht auch, wenn man das Licht einer Kerzenflamme, einer leuchtenden Gasflamme, überhaupt das Licht eines jeden bis zur Weißglut erhitzten festen oder flüssigen Körpers durch das Prisma zerlegt. Stammt das vom Prisma zerlegte Licht aber von einem glühenden Gase oder Dampfe, so besteht sein Spektrum aus einzelnen, verschieden gefärbten hellen Linien auf dem im übrigen dunkel bleibenden Schirm. Eine Spur von Natrium, wie es im Kochsalz vorhanden ist, in die nichtleuchtende Flamme einer Spirituslampe oder des sogenannten Bunsenbrenners gebracht, gibt der Flamme eine schwach gelbliche Färbung, und dieses Licht, durch das Prisma zerstreut, zeigt nun keine weitere Zerlegung, sondern bildet auf dem Schirm eine, höchstens bei stärkerer Zerstreuung zwei sehr nahe beisammen stehende gelbe Linien. So zerlegt das Prisma den Kaliumdampf in eine rote und eine blaue, den Dampf des Strontiummetalls in mehrere rote und eine blaue Linie. Man nennt ein solches für das betreffende Gas charakteristisches Spektrum das Streifenspektrum. Gewöhnlich strahlt nun das Licht eines festen oder flüssigen Weltkörpers durch eine ihn einhüllende Gasatmosphäre. Wenn die Temperatur dieser Gashülle niedriger ist als die des Zentralkörpers, so erscheint hinter dem Prisma ein zusammenhängendes Farbenband, auf dem sich ein Streifenspektrum von dunklen Querlinien abhebt. Ist jedoch die Atmosphäre heißer als der Stern, so erscheint das Streifenspektrum in hellen Linien auf dem kontinuierlichen Spektrum des Sternes.

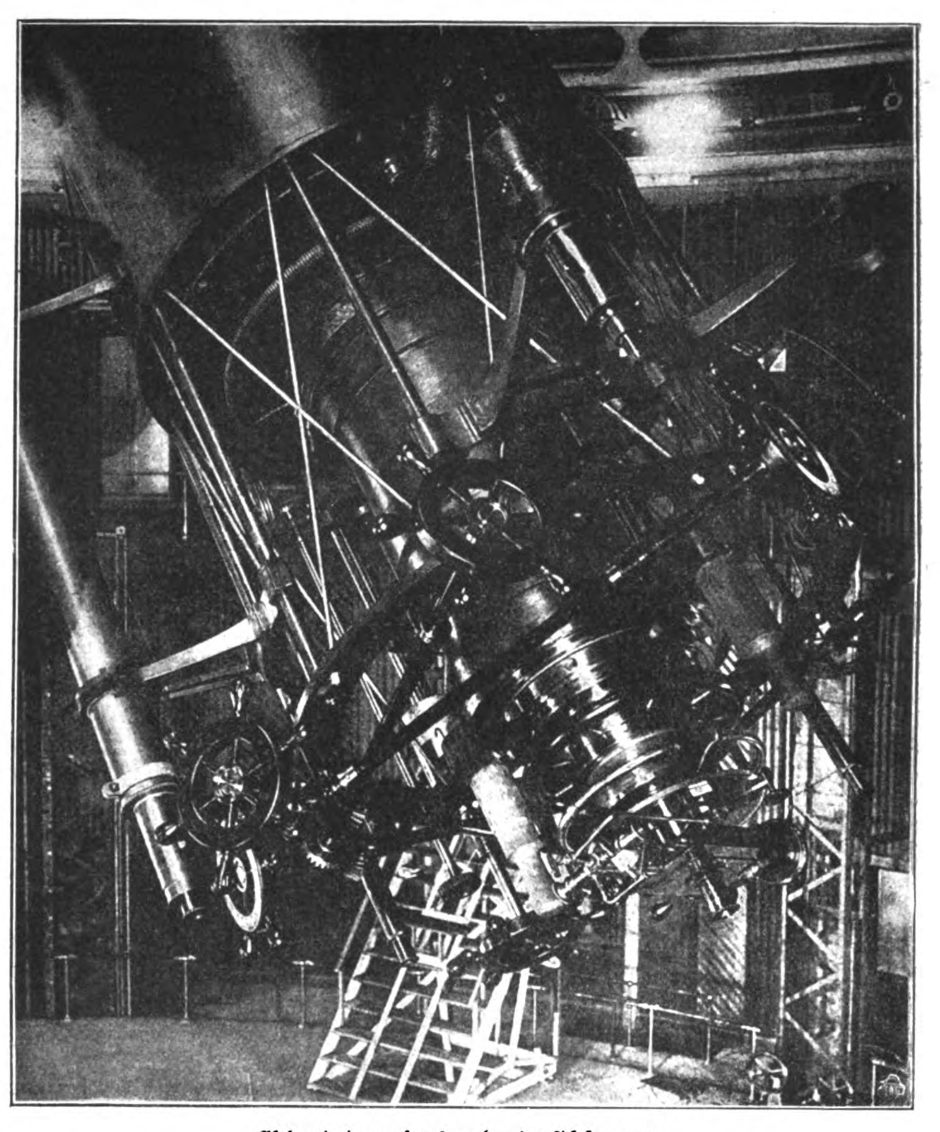


Umgebung der Nova Persei.

Die Lage der hellen und dunklen Linien im Spektrum ist gewöhnlich unveränderlich. Wenn sich jedoch der lichtaussendende Körper dem Prisma mit großer Geschwindigkeit nähert, so verschieben die Spektrallinien sich um ein geringes gegen das violette Ende; entfernt er sich, so findet eine Verschiebung des Streifenspektrums gegen Rot statt. Doch werden diese Verschiebungen erst dann meßbar, wenn sich der Stern mit einer Geschwindigkeit von mehreren Kilometern in der Sekunde bewegt, und es bedarf zu ihrer Ermittlung der photographischen Festlegung und einer peinlich genauen Ausmessung des erhaltenen Bildes. Ein zu astronomischen Zwecken verwandter Spektralapparat ist deshalb gewöhnlich mit einem photographischen Apparat verbunden am Okularende des Fernrohres angebracht. Mittels eines solchen Spektroskops lassen sich Bewegungen der Gestirne in Richtung der Gesichtslinie, d. h. auf die Erde zu oder von ihr weg, feststellen, Bewegungen, welche uns sonst aus Gründen der Perspektive ewig verborgen geblieben wären.

Welche Aufschlüsse gewährt nun das Spektroskop über den neuen Stern? Aus der Verschiebung der Linien des Farbenbandes schloß man, daß sich die Nova Persei mit einer Geschwindigkeit von 6 bis 16 Kilometer in der Sekunde von uns entfernt.

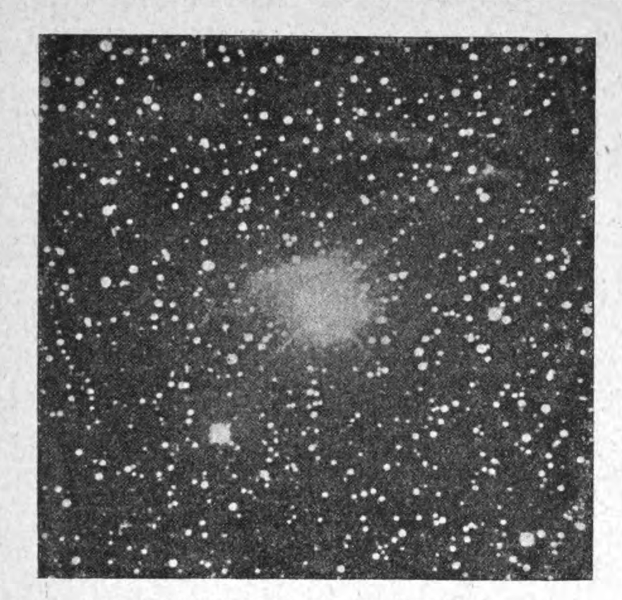
Charakteristische helle Linien des Spektrums deuteten das Vorhandensein ungeheurer Mengen von Wasserstoffgas an, welches auch bei anderen neuen Sternen, z. B. bei der ebenso rapid an Helligkeit zunehmenden Nova Aurigä von 1892, eine Hauptrolle spielte. Das plötzliche Aufleuchten, das äußerst rasche Anwachsen der Lichtstärke und die ebenso schnelle Abnahme der Helligkeit deuteten an, daß in der Atmosphäre des Sternes ganz enorme Störungen, gewaltig hin und her flutende, vorwiegend von Wasserstoffdämpfen verursachte Riesenbrände aufgetreten seien. Da drängt sich unabweisbar die Frage auf: Was geht dort vor? Wie ist es zu erklären, daß an einer unendlich fernen Stelle des Weltalls ein bisher nie gesehener Körper plötzlich im Glanz der Sterne erster Größe aufflammt und sich zu einer Sonne entwickelt, die unser Tagesgestirn an Umfang und Leuchtkraft vielleicht hundertmal übertrifft? Es ist ein rühmliches Zeugnis für den menschlichen Geist, daß er solchen Fragen gegenüber nicht ratlos verstummt, sondern mit Hilfe wunderbar feiner Instrumente, scharfsinniger Berechnungen und Überlegungen eine an Gewißheit grenzende Erklärung zu geben vermag. Ein erhöhtes Interesse gewinnt die Frage dadurch, daß, was dort vorgeht, auch in unserer nächsten Nähe einmal eintreten kann.



Okularende des großen Fernrohres der Lick-Sternwarte.

Für das Aufleuchten eines neuen Sternes lassen sich verschiedene Ursachen vermuten. Zunächst ein Zusammenstoß mit einem anderen, gleichfalls schon abgekühlten Weltkörper. Das Aufeinanderprallen zweier mit Sternengeschwindigkeit durch den Weltraum sausenden, durch die wachsende gegenseitige Anziehung noch beschleunigten Riesengestirne würde eine solche Hitzeentwicklung zur Folge haben, daß die Materie der beiden Körper, augenblicklich in Gas aufgelöst, als glühender Dunst erschiene und den Kreislauf der Entwicklung zu einem festen Weltkörper von vorn beginnen müßte. Aber auch ohne äußere Einwirkung können im Verlauf eines Sternendaseins Umstände eintreten, die einen schon erloschenen Fixstern zu neuem Aufleuchten bringen. Derartige Zusammenstöße scheinen jedoch in der Weltökonomie zu den größten Seltenheiten zu gehören. Viel wahrscheinlicher ist folgende, auf der Kant-Laplaceschen Theorie beruhende Erklärung.

Wie von Kant angedeutet und von Laplace genauer ausgeführt wurde, ist unser Sonnensystem aus einer rotierenden Nebelmasse entstanden, die sich ursprünglich weit über die Bahn des äußersten Planeten in den Weltraum erstreckte. Aus der Zusammenziehung dieses Gasnebels ergab sich die unablässig zunehmende Erwärmung seiner Materie, wie ja auch heute noch der Sonnenball die gesamte, unablässig von ihm in das All ausstrahlende Energie der Verringerung seines Umfanges verdankt. Besitzt diese Annahme von der Entstehung des Sonnensystems Giltigkeit für das ganze Weltall — woran wir kaum zweifeln können — so müssen die Fixsterne, jene fernen Sonnen, verschiedene Stufen der Entwicklungsreihe



Lichtnebel in der Umgebung der Nova Persei.

vom Gasnebel bis zum erloschenen festen Weltkörper erkennen lassen, und das ist nach Ausweis ihres Spektrums in der Tat der Fall. Wir erblicken außer zahlreichen rotierenden, meist spiralförmig gestalteten Nebelmassen zunächst Sterne, die durch ihr strahlendes weißes oder bläuliches Licht und die Beschaffenheit ihres Spektrums verraten, daß sie sich im Zustande höchster Glut befinden. Sirius, Wega, Rigel nebst einigen anderen im Orion gehören zu dieser feurigen brausenden Sternenjugend. Das reifere Alter vertreten die Sterne der zweiten Klasse, welche, Licht und Wärme spendend, segensreich für ihre Umgebung wirken und durch ihre gelben Strahlen die Abnahme der Temperatur anzeigen.

Unsere Sonne, Kapella, Aldebaran und Arkturus sind Repräsentanten dieses Sterntypus. Das rötlich-trübe Licht der dritten Klasse kennzeichnet den Anbruch des Greisenalters im Sternleben. Diese Weltkörper sind so weit abgekühlt, daß in ihrer Atmosphäre die Vereinigung mancher bisher im Zustande der Sonderung verharrenden Elemente zu Verbindungen erfolgen kann. Gewisse chemische Verbindungen bilden sich schon bei noch ziemlich beträchtlichen Temperaturen; ihre Dämpfe müssen nach und nach den Durchgang des Lichtes hemmen und mit ihrem Anwachsen das Verlöschen des Sternes für unser Auge herbeiführen, obwohl die feurige Glut unter der Dampfhülle in Wirklichkeit noch durch Äonen erhalten bleiben kann.

Nach der bisherigen Unsichtbarkeit der Nova Persei läßt sich vermuten, daß ihre Entwicklung bis zu diesem Punkte gelangt war. Die erniedrigte Temperatur erlaubte nun auch den noch freien, aber wahlverwandten Elementen, chemische Verbindungen einzugehen, wobei manche, die, wie Sauerstoff und Stickstoff, einen beträchtlichen Bruchteil jedes Weltkörpers ausmachen, eine bedeutende Verbrennungswärme entwickeln. Es liegt in der Natur dieser chemischen Vorgänge, daß sie plötzlich, explosionsartig, auftreten, fast augenblicklich eine ungeheure Kraft entfalten und dann allmählich zurückebben, was sich in dem raschen Aufflammen eines neuen Sternes und der langsamen, hin und her schwankenden Abnahme seines Lichtes deutlich ausspricht.

Es mögen also auch in unserem Falle die ungeheuren Mengen bisher gesonderten Wasser- und Sauerstoffes beim Eintritt der ihnen zusagenden Temperatur sich plötzlich aufeinander gestürzt und verbunden haben, und zwar unter enormer Licht- und Hitzeentfaltung. Standen die Mengen der beiden Grundstoffe nicht in dem zu ihrer Verbindung erforderlichem Verhältnisse, war z. B. ein Überschuß von Wasserstoff vorhanden, so geriet dieser durch die Verbrennungswärme ins Glühen; andere, früher schon konsolidierte Verbindungen wurden durch die steigende Hitze wieder gelöst, kurz es entstand ein Licht- und Feuerchaos grandiosester Art, das in vermindertem Maße bis auf den heutigen Tag dauert und die ganze Umgebung des Gestirns in Mitleidenschaft gezogen zu haben scheint. Umfangreiche Lichtnebel, welche die photographische Platte uns in der Nachbarschaft der Nova zeigt, sind vielleicht die beim Eintritt der Explosion fortgeschleuderten, nun allmählich ins Glühen geratenden Gasmassen.

Die Entdeckung dieser Nebelmassen in der Umgebung des neuen Sternes hat eine dritte Erklärung seines Aufleuchtens nahegelegt. Schon bald nach dem Aufleuchten der Nova wurden Partien wirklichen Nebels südöstlich von ihm festgestellt, und sowohl eine nach mehrstündiger Exposition der Platte auf der Yerkes-Sternwarte bei Chicago als auch eine nach siebenstündiger Aufnahme auf der berühmten Lick-Sternwarte erhaltene Photographie zeigten, daß der Nebel spiralförmig gestaltet war und mehrfache Lichtabstufungen besaß, von denen besonders vier hellere Stellen aus dem matteren Lichte der Gesamtmasse hervortraten. Dadurch scheint eine von Seeliger aufgestellte Hypothese der Entstehung neuer Sterne bestätigt zu werden. Nach ihm sollen dunkle oder nur noch schwach leuchtende Fixsterne auf ihren Bahnen durch den Weltraum bisweilen in dunkle oder schwach schimmernde Nebelmassen eindringen, deren häufige Existenz durch die photographischen Aufnahmen der letzten Jahrzehnte zur Genüge festgestellt ist.

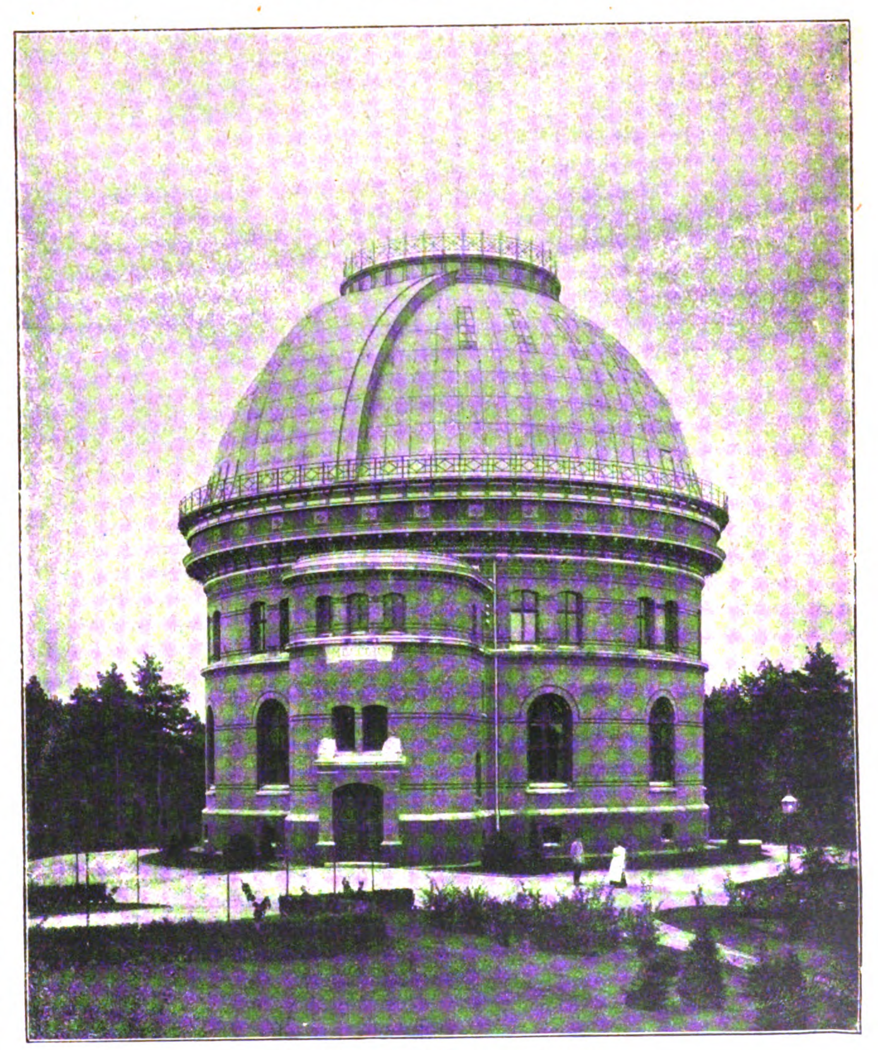
Durch das Eindringen des festen Körpers in die Gasmasse wird infolge der starken Reibung die Oberfläche des Sternes in Glut versetzt, und ebenso geraten die anstoßenden Gasmassen ins Glühen, so daß plötzlich ein helleuchtender Stern steht, wo vorher nichts sichtbar war. So wütet der Kampf ums Dasein im unendlichen Weltall nicht minder schrecklich als hienieden; auch dort schafft er, indem er das Unhaltbare, Lebensunfähige ausmerzt, geordnete Zustände und die Grundlagen immer höherer Daseinsformen. Das brauchen nicht immer Welten von der Art unseres Sonnensystems zu sein; die Astronomen zeigen uns, daß in Weltenfernen auch ganz anders gebaute Fixsternsysteme von gleicher Schönheit und Vollendung wandeln, deren Zusammensetzung gerade in jüngster Zeit durch ein paar glückliche Beobachtungen beträchtlich aufgeklärt ist.

Verwickelte Sonnensysteme.

Richten wir unseren Blick einen Moment auf den wohlbekannten Polarstern, der uns als einfacher Stern zweiter Größe erscheint, in Wirklichkeit aber ein aus drei großen Weltkörpern bestehendes System bildet, das höchst wahrscheinlich seine Planeten, Trabanten und Monde besitzt. Der Polarstern zeigt in der Richtung auf die Erde zu eine veränderliche Geschwindigkeit, die sich stets in viertägigen Perioden wiederholt. Hieraus folgert man, daß der Stern einen unsichtbaren Begleiter besitzt, mit dem er sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt bewegt. Nun erfährt aber die Bewegung dieses Doppelgestirns eine zweite, sehr langsam erfolgende Änderung, die einen noch nicht genau bestimmten Zeitraum von vielen Jahren umfaßt und auf die Mitwirkung eines dritten Weltkörpers zurückzuführen ist. Nach ganz roher Schätzung kann man annehmen, daß der sichtbare Stern gemeinsam mit seinem unsichtbaren Begleiter in etwa 15 Jahren einen dritten Weltkörper umkreist, und zwar mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 6 Kilometer für die Sekunde, wonach der Durchmesser dieser Bahn mindestens dreimal so groß wie der Durchmesser der Erdbahn sein muß.

Ein ähnliches, noch etwas komplizierteres Sonnensystem birgt sich hinter dem mittleren der drei hellen Sterne, die den Schwanz des großen Bären bilden. Mizar nannten ihn die Araber, und im Orient ist er seit alters berühmt, weil man an ihm die Sehkraft zu prüfen pflegte. Unmittelbar über ihm steht nämlich ein lichtschwaches Sternchen namens Alkor, das nur ein scharfes Auge wahrnimmt; Saidak oder Prüfer nennen ihn die Perser, und die Araber drücken das Sprichwort vom Splitter und Balken folgendermaßen aus: „Den Alkor kannst du sehen, aber den Vollmond nicht.“ Im Jahre 1700 entdeckte Margarete Kirch, die Gattin eines Berliner Astronomen, mit Hilfe des Fernrohres, daß Mizar einen Begleiter vierter Größe bei sich hat, der sich mit ihm gleichzeitig durch den Weltraum bewegt, und gegen Ende der achtziger Jahre entdeckte man auf der Harvard-Sternwarte, daß der Hauptstern Mizar ein Spektrum zeigt, in dem die deutlich erkennbaren dunklen Linien von Zeit zu Zeit doppelt erscheinen, während sie inzwischen einfach sind. Zur Erklärung dieser Eigentümlichkeit nahm Prof. Pickering an, daß Mizar für sich ein Doppelstern sei, dessen Begleiter ihm aber so nahe stehe, daß selbst die stärksten Fernrohre ihn nicht isolieren können. Während das vereinigte Licht der hintereinander stehenden beiden Sterne ein gemeinsames Spektrum mit den entsprechenden dunklen Linien erzeugt, verschieben sich die Linien, sobald bei ihrer Umlaufsbewegung der eine sich gegen die Erde hin, der andere von ihr fort bewegt, und zwar die des ersteren gegen das violette, die des sich entfernenden gegen das rote Ende des Spektrums, so daß die dunklen Linien sich alsdann trennen und doppelt erscheinen. Nach den im Jahre 1901 abgeschlossenen Untersuchungen Prof. Vogels zu Potsdam beträgt die wahre Umlaufszeit dieser beiden Sterne um einander $20^1/_2$ Tage und der große Durchmesser ihrer sehr elliptischen Bahn mißt 70 Millionen Kilometer in der Länge. Das Gewicht der beiden Sterne beträgt etwa das Vierfache der Sonnenmasse.

So ist also der unserem unbewaffneten Auge als einfacher Stern zweiter Größe erscheinende Mizar



Kuppel des großen Refraktors zu Potsdam.

ein wunderbares und großartiges Sonnensystem, bestehend aus zwei Sonnen, die voneinander nicht weiter entfernt sind, als bei uns Sonne und Merkur, und die sich in $20^1/_2$ Tagen um den gemeinsamen Schwerpunkt drehen. In sehr viel größerer Entfernung kreist um sie eine dritte Sonne, langsam und majestätisch ihre Bahn in einigen Jahrtausenden einmal durchmessend, und endlich Alkor als vierter mit einer Umlaufszeit von mehr als 100.000 Jahren.

Endlose Räume und Zeiten.

Mit Raum und Zeit braucht die astronomische Rechenkunst nicht zu kargen. Die kühne Frage des Philosophen: „Ist nicht die ganze Ewigkeit unser?" findet hier ein lautes, begeistertes „Ja!" als Antwort. Der Verfasser der unter dem Gesamttitel „Lumen" vereinigten „Wissenschaftlichen Novellen", der große Dichterastronom Camille Flammarion, versetzt behufs anschaulicher Schilderung der alles irdische Maß übersteigenden himmlischen Verhältnisse seinen Helden auf eine unserer Nachbarsonnen, auf die strahlende Kapella im Sternbilde des Fuhrmanns. Ihre Entfernung vom Sonnensystem beträgt, in Millionen von Meilen ausgedrückt, 170,392.000, d. h. 170 Trillionen 392 Milliarden Meilen. Das Licht, welches in einer Sekunde 300.000 Kilometer zurücklegt und in dieser Zeit die Erdkugel achtmal umkreisen würde, wenn es sich im Kreise bewegen könnte, braucht, um von der Sonne zu uns zu gelangen, 8 Minuten 13 Sekunden, vom Neptun 4 Stunden. Handelte es sich um einen Vulkanausbruch auf dem Jupiter, so würde das Licht uns die Kunde eines solchen Ereignisses erst 42 Minuten später, vom Saturn erst 2 Stunden nach dem Vorfalle zutragen. Um die Entfernung von der Kapella bis zur Erde zu durchmessen, sind 71 Jahre, 8 Monate und 24 Tage nötig. So langer Zeit bedarf das Licht, um in ununterbrochenem Laufe von jenem Gestirn zu unserem Auge zu gelangen, und ebenso erreicht der vom Erdball ausgehende Lichtstrahl den Stern erst in der gleichen Zeit. Wäre uns also, wie der Seele in dem herrlichen Hymnus aus Byrons „Hebräischen Melodien", gegeben „ein sehend Aug, das alles weiß", und blickten wir mit demselben hinüber zur Kapella, so sähen wir die Ereignisse, welche dort vor fast 72 Jahren geschahen. Ein Bewohner der Kapella mit der Gabe gleichen Fernblicks sähe auf Erden längst Gestorbene noch lebend umherwandeln und schaute längst verrauschter Schlachten Mord und Getümmel. Was uns Vergangenheit, erschiene ihm blühende Gegenwart. Wann mag sich wohl das Weltdrama im Sternbilde des Perseus, dessen Anblick uns kürzlich zu teil wurde, in Wirklichkeit zugetragen haben? Man versetzt den neuen Stern und den ihn umgebenden Nebel mit einiger Wahrscheinlichkeit in einen Abstand von 2600 Billionen Kilometer von der Erde. Indem der dunkle Stern in den Nebel stürzte, wurde er plötzlich eine glühende Sonne erster Größe und sandte nach allen Seiten helle Lichtstrahlen aus. Die nach der Erde zu gehenden konnten bei dieser Entfernung trotz der bekannten Schnelligkeit des Lichtes erst nach 275 Jahren bei uns eintreffen, so daß die Katastrophe tatsächlich in die Zeit des Dreißigjährigen Krieges gefallen ist. Aktuell im Sinne unserer Zeitungsschreiber ist sie also eigentlich nicht mehr.

Ein anderes Beispiel riesiger Entfernung bietet uns der Morgenhimmel zur heißen Jahreszeit. Es ist der Sirius, der bei weitem hellste Fixstern des Himmels, der Hundsstern der alten Griechen, der auch in der Astronomie der Ägypter eine wichtige Rolle spielte. Wegen seiner großen Helligkeit hielt man ihn früher für den der Erde am nächsten stehenden Fixstern und bezeichnete die durchschnittliche Entfernung der Fixsterne voneinander als „Siriusweiten". Nach den neuesten Untersuchungen der Kapsternwarte muß man jedoch diese Ansicht aufgeben. Die mit Hilfe unserer feinsten Instrumente angestellten Messungen haben ergeben, daß Sirius von der Erde 11.000 Milliarden (= 11.000 × 1000 Millionen) Meilen entfernt ist, also noch beträchtlich weiter als die Kapella. Unsere Sonne würde in dieser Entfernung nur noch ein Zwanzigstel der Lichtfülle des Sirius zeigen, letzterer übertrifft das Tagesgestirn an Lichtstärke also etwa zwanzigmal. Schon Bessel hatte in den vierziger Jahren des XIX. Jahrhunderts bemerkt, daß der Hundsstern eine sehr geringe schwingende Bewegung um einen in seiner unmittelbaren Nähe befindlichen Punkt mache und daß der Kreislauf dieser Bewegung sich in etwa 50 Jahren abspiele. Er schloß daraus, daß Sirius mit einem unsichtbaren Sterne ein Doppelsystem bilde, dessen beide Gestirne sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt drehen, und dem nordamerikanischen Optiker Clark gelang es 1862, mit dem damals gerade vollendeten größten Fernrohre, diesen Begleiter genau an der berechneten Stelle als schwaches Sternchen neben der glänzenden Siriussonne zu sehen.

Obwohl die Helligkeit des Siriusbegleiters etwa 16.000mal geringer ist als die des Hauptsternes, haben diese beiden Fixsterne doch nahezu dasselbe Gewicht, welches bei jedem die Masse unserer Sonne mehrfach übertrifft. Beide Körper, die wir ihrer „unmittelbaren Nähe" wegen mit bloßem Auge nicht trennen können, sind in Wirklichkeit voneinander 350 Millionen Meilen, d. h. fast so weit wie der Uranus von der Sonne, entfernt. Dieses Siriussystem steht nicht unbeweglich auf seiner Stelle, sondern schreitet fort, und zwar so, als ob beide Sterne, durch eine Stange fest miteinander verbunden, in den Weltraum gewirbelt wären mit einer Kraft, die sie täglich fast 200.000 Meilen weiter von uns entfernt. Seit den Zeiten, da die ägyptischen Priester den Sirius als Verkünder der Nilflut feierten, hat er sich um 250.000 Millionen Meilen von uns entfernt, und doch erscheint er auch jetzt noch dem Auge unverrückt an derselben Stelle des Himmels wo ihn die Pyramidenerbauer sahen. Im Gebiete des Raumes dasselbe, was der Psalmist hinsichtlich der Zeit durch die Worte ausdrückt: Tausend Jahre sind vor dir wie der Tag, der vergangen ist.

Gibt es denn für diese Entfernungen keine Grenze? Sind wir genötigt, uns hinter dem sicht-



baren Sternenheer immer neue endlose Räume und zahllose Gestirne vorzustellen, oder darf unser Denken an einer Stelle haltmachen, ist die Welt irgendwo „mit Brettern vernagelt"? Manche Astronomen scheinen letzterer Ansicht zu sein. Durch allerlei künstliche Berechnungen hat einer von ihnen festgestellt, daß die Sterndichte mit dem Kleinerwerden der Sterne abnehme, daß also, je ferner der Raum von uns liege, um so geringer verhältnismäßig die Zahl der in ihm enthaltenen Sterne sei. „Dabei ergibt sich dann noch der interessante Schluß auf die Begrenztheit des mit Materie erfüllten oder auch des uns sichtbaren Raumes, ein Schluß, der der photographischen Platte einen großen Teil seiner Wahrscheinlichkeit verdankt, da die Photographie schon lange nachgewiesen hat, daß die Anzahl schwacher und schwächster Sterne sich durch Verlängerung der Expositionszeit nicht beliebig steigern lasse." Die photographische Platte ist jedoch ein schlechter Beurteiler für das Vorhandensein oder die Abwesenheit von Objekten; sie zeigt uns heute Wunderdinge, wo sie vor 20 Jahren jede Auskunft verweigerte, und kann uns nach 10 Jahren vielleicht offenbaren, was heute noch niemand ahnt. Wenn jedoch die Photographie niemals mehr Sterne als gegenwärtig nachweisen sollte, so wäre damit gegen die Unendlichkeit des Raumes und die Zahllosigkeit der Welten noch nichts bewiesen. Neben den sichtbaren, weil Licht ausstrahlenden Gestirnen existieren offenbar so viele erloschene, unsichtbare Sonnen, daß sie für unser Auge einen Schirm bilden, der die Strahlen entfernterer Fixsterne auffängt und niemals zu uns gelangen läßt.

Außer der zahllosen Menge des himmlischen Heeres erweckt vor allem die *Geschwindigkeit* der Weltkörper unser Erstaunen. Jüngst hat man die Messung der Geschwindigkeit mit dem Potsdamer großen Refraktor nicht nur an Fixsternen, sondern auch an Nebelmassen ausgeführt, indem man die Spektra solcher Gasnebel mittels des am Okularende dieses Riesenfernrohres angebrachten Spektrographen aufnahm und ausmaß. Die Platten ergaben nach einer Belichtung von 90 bis 170 Minuten brauchbare Spektra von drei kleinen, aber hellen planetarischen Nebeln im Ophiuchus und im Drachen. Von diesen nähert sich der eine mit 10·5 Kilometer, der zweite mit 65·8 Kilometer Geschwindigkeit in der Sekunde unserem Sonnensystem, während der dritte sich mit 4·9 Kilometer pro Sekunde von uns entfernt. Auch der berühmte Orionnebel wurde spektrographisch aufgenommen und ergab eine Geschwindigkeit von 17·5 Kilometer, was überraschend mit früheren Untersuchungen der Lick-Sternwarte übereinstimmt, nach denen sich der Nebel mit einer Geschwindigkeit von 17·7 Kilometer von uns entfernt. Zu den schnellsten irdischen Geschwindigkeiten, die uns unsere ausgebildete Technik erlaubt, gehören die kürzlich abgeschlossenen elektrischen Schnellfahrten zwischen Berlin und Zossen. Sie ergaben, daß es in absehbarer Zeit möglich sein wird, mit 120 Kilometer Schnelligkeit pro Stunde zu fahren. Wäre es möglich, mit dieser Geschwindigkeit von der Erde zum Monde zu fahren, so würde unser Zug diese Strecke — 385.000 Kilometer — in rund 134 Tagen zurücklegen; benützten wir dagegen den Nebel des Orion als Beförderungsmittel, so könnten wir das Ziel in 7¼ Stunden erreichen, da er in einer Stunde eine Strecke von 53.000 Kilometer zurücklegt. Die genaue Aufnahme der Gasnebel dient jedoch nicht nur der Ermittlung ihrer Geschwindigkeit, sondern geschieht auch zu dem Zweck, etwaige innere Bewegungen der Nebelmassen ans Licht zu ziehen; das genaue Studium solcher Bewegungen wird von grundlegender Bedeutung für die Kenntnis dieser wahrscheinlich im Werden begriffenen Weltsysteme sowie für unsere kosmogonischen Vorstellungen überhaupt sein.

Tod oder ewiges Leben des Weltalls?

So gern des Menschen Geist bei den Vorstellungen von der Bildung oder Entwicklung neuer Welten weilt, so freudlos erscheint ihm der Gedanke eines dereinstigen Endes all dieser lebensprühenden, Licht und Wärme atmenden Schöpfungspracht. Und doch läßt sich dieser Gedanke nicht ohne weiteres abweisen. Inmitten der erhabenen Eiseswelt der Hochalpen beschleicht er den berühmten englischen Physiker *Tyndall* und ringt nach Ausdruck in den folgenden Sätzen: „Der unaufhörliche Drang aller physischen Kräfte ist nach dem endlichen Gleichgewicht; und ist dieser Drang ein endlicher, so muß zuletzt eine Zeit der Ruhe kommen. Ist ein Teil des Universums heißer als der andere, so tritt sogleich ein Wärmefluß ein, um die Temperatur auszugleichen, während Winde blasen und Ströme fließen, um ein festes Gleichgewicht zu suchen. *Die Materie sehnt sich nach Ruhe*; wann wird diese Sehnsucht ganz befriedigt werden? Und wenn sie befriedigt ist, was dann? Ruhe ist nicht Vollendung, sie ist Tod. Das Leben ist nur denkbar mit Veränderung; wenn das Gleichgewicht eintritt, hört das Leben auf, und von da ab ist die Welt in einen ewigen Schlaf gehüllt."

Diese Gedanken stützen sich auf die Erwägung, daß die Bewegungsenergie des Weltalls sich allmählich in Wärme umsetzen muß und daß sich diese Wärme durch Ausstrahlung in den eisig kalten Weltraum verlieren wird, bis alle Temperaturunterschiede ausgeglichen sind und die gesamte im Weltall vorhandene Wärmemenge völlig gleichmäßig verteilt ist — worauf dann, wie bei der berühmten sozialdemokratischen Aufteilung sämtlicher Vermögen, niemand etwas haben würde. Gegen diese Auffassung hat in jüngster Zeit Dr. Nils *Ekholm* erhebliche Einwendungen vorgebracht. Das Alter des Sonnensystems beträgt selbst nach mäßigster Berechnung etwa 20 Millionen Jahre. Während dieser Zeit hat die Sonne, die nach Größe und Wärmevorrat zu den verhältnismäßig geringeren Fixsternen gehört, einen Energieverlust von mindestens 28 Millionen Kalorien [1]) pro

[1]) Unter Kalorie oder Wärmeeinheit versteht man die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 Kilogramm Wasser um 1° C. zu erwärmen; eine Masseneinheit ist die in 1 Kilogramm enthaltene Stoffmenge. Jedes Kilogramm Sonnenstoff hätte also seit Entwicklung des Sonnensystems



Masseneinheit erlitten. Welche ungeheuren Wärmemengen müssen also von der Gesamtheit der Fixsterne in den Weltraum übergegangen sein! Trotzdem liegt die Strahlungstemperatur des Weltraumes dem absoluten Nullpunkt nahe, d. h. sie erhebt sich wenig über — 273° C. Um also zu erklären, warum die Temperatur des Weltalls, trotz so andauernder ungeheurer Wärmezufuhren, so außerordentlich niedrig geblieben ist, müßten wir annehmen, daß die Masse der kalten Materie millionenmal größer als die der strahlenden Weltkörper sei. Für diese Annahme aber bietet die Astronomie keine Stütze, sie steht vielmehr zu allen Tatsachen in grellstem Widerspruch. Es ist unmöglich zu erklären, wo die zerstreute Energie sich als Wärme angesammelt und wo die Temperaturausgleichung stattgefunden haben sollte. Deshalb müssen wir annehmen, daß die erlöschte oder verschluckte, von den heißen Weltkörpern ausgestrahlte Energie nicht in Wärme, sondern in eine andere Kraft verwandelt wird, und zwar wiederum, zufolge des Druckes der Strahlung, in Massenbewegung. Um diesen Druck zu begreifen, müssen wir uns vorstellen, daß die Sonnenstrahlung — um bei dem uns nächstliegenden Weltkörper zu bleiben — einen Auswurf winziger körperlicher Teilchen oder Molekeln von der Sonnenoberfläche bewirkt, welche die Träger elektrischer Energie sind; und in der Tat neigt die Mehrzahl der Physiker gegenwärtig einer solchen Anschauung zu, welche schon Newton vertreten hatte. Das Weltall ist demgemäß das einzige wahre Perpetuum mobile, dessen Räderwerk, wie es ohne Anstoß von außen in Bewegung geraten ist, auch niemals weder durch äußere Eingriffe noch durch Erlöschen seiner eigenen Energie zum Stillstehen gebracht werden wird.

Die Sonne.

Ein schwaches und verkleinertes Abbild der gewaltsamen Revolutionen, welche sich auf den als „neue Sterne" auftauchenden Welten abspielen, bieten die Vorgänge in der Atmosphäre unserer Sonne. Der glühende Sonnenkörper, dessen Temperatur sich nach den neuesten Messungen von Wilson auf 6590° C. beläuft, ist von einer aus glühenden Metalldämpfen bestehenden Schicht, der Photosphäre oder Lichthülle, umgeben. Über ihr lagert, wie über der Erde, die Wolkenhülle, die Chromosphäre, eine die Licht- und Wärmeausstrahlung hemmende Schicht, welche das Tagesgestirn vor allzu großer Vergeudung seiner Energie bewahrt, indem sie die Hälfte der photosphärischen Strahlung vor dem Verschwinden in den Weltraum abfängt und nach innen zurückwirft, etwa so wie auf Erden die nächtliche Wolkenhülle die starke Abkühlung der Erdoberfläche und der unteren Luftschichten hindert. Der Erde spendet diese Chromosphäre, die nicht von bedeutender Mächtigkeit zu sein scheint, gerade das zum Wohlbefinden der Lebewesen geeignete Quantum Licht und Wärme. Hielte sie auch nur ein Viertel mehr als gegenwärtig davon zurück, so hätte das unfehlbar den Untergang alles organischen Lebens zur Folge. Der Sonnenball selbst ist wenig geneigt, sich diese sparende Fürsorge der Chromosphäre gefallen zu lassen. Unaufhörlich protestiert er dagegen durch gewaltsame Störungen und Durchbrüche, welche sogar von der Erde aus sichtbar sind und besonders bei Sonnenverfinsterungen als Protuberanzen und Sonnenfackeln in der Sonnenkorona ein prachtvolles Schauspiel gewähren. Durch die Öffnungen, welche diese Ausbrüche glühender Dämpfe und Gase sich durch die Chromosphärenhülle bahnen, die sogenannten Sonnenflecken, schauen wir tief in die feurige Masse des Sonnenkörpers hinein. Die breiten Spalten und Löcher, durch welche die weißglühenden Gase mit einer Geschwindigkeit von Hunderten von Kilometern in der Sekunde stürzen, haben in einzelnen Fällen 80.000 bis 160.000 Kilometer im Durchmesser gezeigt. Hundert Erdbälle wären nötig gewesen, um manche dieser gähnenden Schlünde oder Sonnenflecken auszufüllen.

Freilich ist die Chromosphäre nicht schuldlos bei diesen Riesenstörungen in der Sonnenatmosphäre. Indem sie nicht die ganze ihr zugeführte Energie in den Weltraum ausstrahlt, sondern einen Teil derselben nach innen zurückwirft, kühlen sich ihre äußersten Schichten übermäßig ab, während nach innen zu eine Überhitzung stattfindet. Dieser Temperaturgegensatz wird schließlich so groß, daß die überhitzten Gasmassen des Innern gegen den auf ihnen lastenden Druck revoltieren, sich einen Weg nach außen bahnen und die über ihnen liegenden kühleren Schichten durchbrechen. Dadurch wird dann für geraume Zeit das Gleichgewicht im Sonnenhaushalt wiederhergestellt, bis eine neue Überhitzung eintritt. Periodisch, wie diese Störungen, erscheinen deshalb auch die von ihnen verursachten Sonnenflecken. Ihr ungefähr alle elf Jahre ein Maximum zeigendes periodisches Auftreten scheint einen Einfluß auf gewisse irdische Erscheinungen, z. B. auf die Schwankungen des Erdmagnetismus und die Nordlichter, auszuüben. Auch die Häufigkeit der Cirruswolken folgt, wie Dr. H. J. Klein jüngst nachgewiesen, in geheimnisvoller Weise der wachsenden und schwindenden Zahl der Sonnenflecken.

Außer der sichtbaren und fühlbaren Licht- und Wärmestrahlung sendet die Sonne noch ungeheure Mengen für uns nicht wahrnehmbarer Strahlen aus. Wir empfangen den größten Teil ihrer Energie vermittels der Strahlen, welche den unsichtbaren infraroten Teil des Spektrums hervorrufen. Witterung, Pflanzenwachstum, kurz alles, was für das Leben der Organismen und besonders des Menschen wichtig ist, hängt von ihnen in erster Linie ab. Der Amerikaner Prof. Langley hat deshalb diesen Teil der Sonnenstrahlung zwanzig Jahre lang unermüdlich erforscht und mit Hilfe eines ungemein empfindlichen Instrumentes, des von ihm erfundenen Bolometers, einen großen Schritt in das

so viel Wärme ausgesandt, daß sie 28 Millionen Kilogramm Wasser von 0 auf 1° oder 1 Kilogramm Wasser von 0 auf 28 Millionen Grad hätte bringen können.



Gebiet der unsichtbaren Kräfte getan. Wie oben ausgeführt ist, zerlegt das Prisma das Sonnenlicht in ein kontinuierliches, die sieben Hauptfarben umfassendes Spektrum. Wie sich die Töne einer Oktave durch die Zahl ihrer Schwingungen unterscheiden, so sind auch die Spektralfarben durch verschiedene Schwingungszahlen gekennzeichnet. Rot entsteht, indem das Licht 400 Billionen Ätherschwingungen in der Sekunde ausführt, Violett, sozusagen die Oktave des Rot, durch etwa 800 Billionen solcher Schwingungen. Die Wellen dieser Ätherschwingungen sind so unendlich klein, daß man, um sie zu messen, den tausendsten Teil eines Millimeters, ein Mikromillimeter (μ), zu Grunde legen muß. Das sichtbare Farbenspektrum umfaßt nun Strahlen mit Wellenlängen von 0·4 bis 0·76 Mikromillimeter. Nach der ultravioletten Seite nimmt die Schwingungsweite ab, im infraroten Teile dagegen wächst sie bedeutend. Bis zu 1·1 Mikromillimeter läßt sie sich noch vermittels der photographischen Platte darstellen; darüber hinaus hat Langley sie mit seinem Bolometer gemessen.

Der Hauptbestandteil dieses wichtigen Instrumentes ist ein Platindraht, dünner als ein Haar, der so präpariert ist, daß er alle strahlende Energie, die auf ihn fällt, verschluckt und in Wärme verwandelt. Der Draht wird ständig von einem elektrischen Strom durchflossen, und der Widerstand, den er dem Durchgange der Elektrizität entgegensetzt, ändert sich mit jedem Wechsel seiner Temperatur. Diese Änderung des elektrischen Widerstandes läßt sich nun sehr genau messen, und Langley hat seinen Apparat so verfeinert, daß er mittels desselben noch Temperaturunterschiede von ein Hundertmilliontel Grad feststellen und nicht nur die Temperatur des Mondes, sondern auch die kalte Strahlung des Leuchtkäfers messen konnte. Mit Hilfe dieses empfindlichen Meßinstrumentes, mit dem ein Steinsalzprisma verbunden war, das aus einem großen russischen Salzblock von vorzüglicher Reinheit herausgemeißelt wurde, ist folgendes festgestellt. Das ultraviolette und das sichtbare farbige Spektrum stellen nur den kleinsten Teil der dem Erdball zukommenden Sonnenstrahlung dar. Das erstere macht nur $^1/_{100}$, das sichtbare nur $^1/_5$, das infrarote dagegen fast $^4/_5$ der gesamten Strahlungsenergie der Sonne aus. Im Laufe eines Jahres treten im Sonnenspektrum, besonders in dem infraroten Abschnitte, mehrfach Änderungen ein, deren genaueres Studium für den Landmann und Volkswirtschaftler nicht weniger wichtig sein wird als für die reine Wissenschaft.

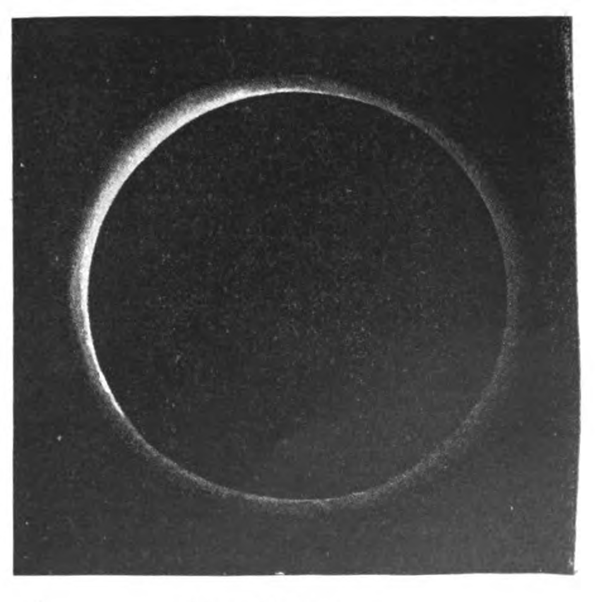
Aber nicht nur „mit diesem Zauberfädchen, das sich nicht zerreißen läßt", hält Mutter Sonne ihre Kinder und Enkel unauflöslich an sich gekettet; auch ein gewisser stofflicher Zusammenhang, wenn auch nur sehr lockerer Natur, scheint noch zwischen den Gliedern des Sonnensystems erhalten zu sein. Ein solches Band ist wahrscheinlich das Zodiakallicht, ein kegelförmiger matter Lichtschein, der sich nach dem Horizonte zu verbreitert und in den Tropen fast allnächtlich, bei uns aber im Frühling kurz nach Sonnenuntergang und im Herbst kurz vor der Morgenröte sichtbar ist.



Photographie der Sonnenkorona.

Es besteht aus Teilchen kosmischen Staubes, welche das Sonnenlicht reflektieren und dadurch sichtbar werden. Diese Staubwolke hat die Form einer Linse oder Scheibe, in deren Zentrum die Sonne liegt, während ihre äußersten Teilchen, wenn auch an Dichtigkeit stark abnehmend, vielleicht bis an die Grenzen unserer Planetenwelt reichen. Könnten wir von einem benachbarten Fixstern herab einen Blick auf die Sonne werfen, so gewährte sie uns vielleicht nur den Anblick eines von einer schimmernden Nebelhülle umgebenen Sternchens, und von den für unsere Begriffe so gewaltigen Planeten und Monden sähen wir wahrscheinlich gar nichts.

Zeigt die Sonne ihre Fixsternnatur einerseits durch ihre physische Beschaffenheit, so gleicht sie den sogenannten Fix- oder Standsternen — lucus a non lucendo — anderseits auch darin, daß sie eine Eigenbewegung durch den Weltraum besitzt, deren genaue Ermittlung den Astronomen fortgesetzt viel zu schaffen macht. Für uns der allgewaltige Mittelpunkt aller Bewegung und



Sonnenprotuberanzen.

alles Lebens, steht sie dennoch nicht still, sondern wird durch eine geheimnisvolle Kraft gezwungen, mit einer Geschwindigkeit von fast 20 Kilometer in der Sekunde durch den Weltraum dahinzusausen, gefolgt von dem Heere ihrer Trabanten. Vor ihr tun sich die Sterne allmählich auseinander, hinter ihr schließen sich die zurückbleibenden näher aneinander, und nur dieses scheinbare Auseinander- und Zusammenrücken der Gestirne macht die Bewegung für uns wahrnehmbar. Es ist, als ob wir einen dichten Wald durchschreiten: um uns her stehen die Bäume licht, vor uns bilden sie anscheinend eine undurchdringliche Mauer; aber wenn wir darauf zuschreiten, rücken sie auseinander, während die Masse hinter uns sich schließt. Diese durch das perspektivische Sehen bedingte scheinbare Bewegung wird nun aber am Himmel dadurch verwirrt, daß die Sterne in Wirklichkeit nicht, wie die Stämme im Walde, feststehen, sondern jeder für sich, gleich der Sonne, eine Eigenbewegung besitzen, die von der scheinbaren schwer zu trennen ist. Wohin nun steuert die Sonne ihr mit Planeten, Monden, Kometen, kleinen und kleinsten Weltbrocken beladenes Schiff? Anscheinend auf einen im Sternbilde des Herkules gelegenen Punkt, der nach den Beobachtungen der Lick-Sternwarte an 280 Fixsternen ungefähr in 278° Rektaszension und 20° nördlicher Deklination anzunehmen ist. Diese Beobachtungen ergaben zugleich die ebenso neue wie überraschende Tatsache, daß die lichtschwächeren Sterne unseres Fixsternhimmels sich rascher durch den Raum bewegen als die helleren. Die Sterne dritter Größe und die noch größeren zeigten eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 26 Kilometer, die dritter bis vierter Größe eine solche von reichlich 32 Kilometer und die, welche schwächer als vierter Größe sind, eine Geschwindigkeit von fast 40 Kilometer in der Sekunde. Angenommen, daß die lichtschwächeren Sterne auch die entfernteren sind, kann man aus ihrer größeren Geschwindigkeit wohl den Schluß ziehen, daß unser Fixsternsystem, in dem die Sonne nur ein Pünktchen ist, keinen an Masse überwiegenden Bewegungsmittelpunkt besitzt, sondern nur einen gemeinsamen Schwerpunkt, den alle diese Sternensonnen umkreisen. Denn in solchem Falle werden die Geschwindigkeiten der Bewegung mit der Entfernung von jenem Schwerpunkte zunehmen. Wo jedoch dieses ideale Zentrum, um welches auch — in Jahrmillionen vielleicht einmal — unsere Sonne reist, gelegen sei, läßt sich bei dem jetzigen Stande der Forschung nicht einmal annähernd sagen.

Welch unbegreiflicher Wirrwarr von Bewegungen und Geschwindigkeiten, die wir im Laufe einer einzigen Sekunde durchmachen! Stellen wir uns auf den Äquator, so reißt uns die Achsendrehung der Erde um 470 Meter in der Sekunde fort; wir stünden also, wenn die Erde das Weltzentrum wäre, nach 24 Stunden wieder an derselben Stelle im unendlichen Raume. Die Drehung der Erde um die Sonne trägt uns jedoch unaufhaltsam weiter mit einer Schnelligkeit, die uns um 29 Kilometer in der Sekunde vom Flecke bringt. Trotzdem dürften wir, wenn nur die Sonne absolut feststünde, hoffen, nach Ablauf des Jahres unseren Ausgangspunkt wieder zu erreichen, wenn nicht auch die Sonne unaufhaltsam mit etwa 20 Kilometer Eile durch den Weltraum sauste. Ob sie nach Tausenden oder Millionen von Jahren dieselbe Stelle des Alls noch einmal begrüßen wird, wer weiß es! Erleben werden wir's jedenfalls nicht, und auch von der verwickelten, an Schlingen und Knoten reichen Linie, die unser Standpunkt auf der Erdoberfläche infolge dieser dreifachen Bewegung beschreibt, können wir uns keine rechte Vorstellung mehr machen.

Planeten und Planetoiden.

Unser Interesse an den Planeten ist durch die Frage, ob diese Brüder und Schwestern der Erde vielleicht auch von vernunftbegabten Wesen bewohnt werden, neuerdings wieder aufs stärkste belebt werden.

Die Marsmenschen haben wir uns schon gewöhnt als liebe Nachbarn zu betrachten und möchten, da wir sozusagen Haus an Haus mit ihnen wohnen, herzlich gern an ihrem Wohl und Wehe inniger teilnehmen, als die fatale Entfernung von 77 Millionen Kilometer gestattet. Begabte Autoren haben uns freilich mit ihren Verhältnissen schon ziemlich genau bekannt gemacht; einer hat uns phantasievoll ihre prächtigen sozialen Einrichtungen und ihre wunderbaren technischen Fortschritte geschildert; ein anderer, ein Engländer, läßt die Martier, den Luftozean auf rätselhaften Fahrzeugen durchschiffend, an der Erde landen und einen Versuch zur Eroberung derselben und zur Unterjochung ihrer Bewohner machen, ein Unternehmen, das nur an der Kriegstüchtigkeit Altenglands scheitert. — Fragt man die Astronomen nach der realen Grundlage dieser geistreichen Dichtungen, so erhält man gewöhnlich die Antwort: Gewisses weiß man nicht! Dagegen sind sie unermüdlich bereit, uns neue Aufschlüsse über die physische Geographie des Mars zu geben, und auch diese bietet des Interessanten genug.

Die Oberfläche dieses Planeten, der bekanntlich weit kleiner als die Erde ist — beträgt doch sein Durchmesser 6790 Kilometer, wenig mehr als die Hälfte des Erddurchmessers — ist beträchtlich ebener als die der Erde, was wohl eine Folge des größeren Alters des Mars ist, auf dem die gebirgsabtragenden Kräfte Millionen Jahre länger als bei uns gearbeitet haben müssen. Doch finden sich drüben neben den sehr ausgedehnten Ebenen auch umfangreiche Hochflächen, besonders in den Polargegenden. Eine von dem Amerikaner Lowell auf Grund seiner langjährigen Beobachtungen entworfene Marskarte zeigt in einer langen Zone zwischen 10 und 30° südlicher Breite die großen dunklen Flecken, welche man als Meere bezeichnet hat. Von ihnen laufen gegen Norden die berühmten Kanäle als schnurgerade Linien in das Festland hinein und durchkreuzen es nach allen Richtungen. Man möchte beim Anblick dieses geometrisch regelmäßigen Netzes keinen Augenblick daran zweifeln, daß es nur vermittels einer hochentwickelten Technik hergestellt sein kann, neben der alles, was Menschenkunst und -kraft bisher ausge-



richtet, ganz unbedeutend ist. Das mag zum Teil daher rühren, daß die Marskultur eine weit ältere, ihre Technik also eine weit entwickeltere ist als die irdische, zum Teil daher, daß uns bei allen derartigen Anlagen — wir brauchen nur an die Panama- und Nikaraguakanal-Projekte zu denken — das fließende Wasser die größten Hindernisse in den Weg legt. Gegen dieses brauchten die Marsingenieure nicht zu kämpfen, denn die Ursache, welche sie zu jenen großartigen Anlagen zwang, war, soweit wir urteilen können, der Wassermangel, also das Bedürfnis, die dort vorhandene, verhältnismäßig recht geringe Wassermenge durch Verteilung über große Flächen möglichst auszunützen, also Bewässerungs-, nicht Schiffahrtskanäle zu schaffen.

Wie außerordentlich trocken der Mars ist, zeigt auch der Umstand, daß so selten Wolken auf ihm erscheinen. Wolkengebilde können von uns aus freilich nur erkannt werden, wenn sie etwa eine Million Quadratkilometer der Planetenoberfläche verhüllen; auf der Erde bedecken sie jedoch oft eine weit größere Fläche. Die bisher beobachteten Marswolken fallen durch ihre große Höhe von 13 bis 24 und mehr Kilometer über der Oberfläche auf und werden für uns meistens am Rande der Planetenscheibe und längs der Trennungslinie von Tag- und Nachthälfte als helle, von der Sonne beleuchtete Hervorragungen sichtbar. Aus der Stellung und Bewegung dieser Wolken lassen sich zuverlässige Schlüsse auf das Klima und die Wetterverhältnisse unseres Nachbars ziehen. Am 7. und 8. Dezember 1900 bildete sich in den Morgenstunden eine Wolke nördlich von einem großen dunklen Flecken, dem sogenannten Ikarischen Meere, das der Annahme nach eine mit Pflanzen dicht bewachsene Fläche darstellt. Sie stand über einer der die „Meere“ umgebenden „Wüsten“ und bekräftigte zunächst die Vermutung, daß die dunklen Flächen des Planeten einen Pflanzenwuchs anzeigen, da die mit Vegetation bedeckten Teile mehr Feuchtigkeit besitzen als die umgebenden Wüsten. Zweitens deutete ihre Stellung nördlich von dem dunklen Fleck darauf hin, daß zu jener Zeit eine Luftbewegung in nördlicher Richtung geherrscht haben müsse, und ein solcher Wind würde genau einem irdischen „Passat“ entsprechen.

Die größte Menge Feuchtigkeit befindet sich, häufig in der Form von Schnee- oder Eiskappen sichtbar, in den Polarregionen des Mars, besonders um seinen Südpol, und das Zu- und Abnehmen der Sichtbarkeit der Kanäle rührt daher, daß sich infolge des Zuströmens von Feuchtigkeit in ihrer Umgebung breite, Hunderte von Kilometern landeinwärts reichende Vegetationsstreifen entwickeln und nach der Ernte wieder verschwinden. Ähnlich sind auch die Farbenänderungen der übrigen Flecken zu deuten. In dem Maße, wie für die dunklen Flecken der südlichen Halbkugel die Mitte des Sommers naht, vom Oktober bis zum Januar, verändert sich ihre Farbe aus Grün in Bräunlich und zuletzt in Gelb. Dann, also in der zweiten Hälfte des Sommers, nimmt auch die Sichtbarkeit der weniger zahlreichen Kanäle auf der südlichen Hemisphäre des Mars ab: ein Zeichen, daß der Herbst dort genau wie bei uns aufräumt.

So schöne und genaue Beobachtungen der Planeten zu machen, sind besonders die amerikanischen Astronomen in der Lage, da ihre meistens aus Privatmitteln errichteten Sternwarten nicht nur glänzend mit den schärfsten Instrumenten ausgestattet und in hochgelegenen Gegenden mit durchwegs klarem Himmel und durchsichtiger, staubfreier Atmosphäre erbaut sind, sondern auch fortwährend von den amerikanischen Millionären durch Gewährung reicher Geldmittel zu besonderen Untersuchungen unterstützt werden. An den beiden mächtigsten Fernrohren der Welt, auf der Lick-Sternwarte und dem Yerkes-Observatorium, hat kürzlich der berühmte Astronom Barnard neue Messungen der Planetengrößen vorgenommen, welche wohl für einen längeren Zeitraum als die richtigsten gelten werden, bis sie durch die Leistungen eines größeren Teleskops noch genauer festgestellt werden.

Der sonnennächste Planet Merkur hat einen Durchmesser von 4780 Kilometer, ist also beträchtlich größer als der Erdmond. Der Venusdurchmesser gleicht mit 12.400 Kilometer fast dem der Erde, 12.756 Kilometer, während der des Mars nur 6970 Kilometer beträgt. Nun folgt die Zone der kleinen Planeten oder Planetoiden, von denen die meisten im Teleskop wie die Fixsterne nur als Punkte, ohne meßbaren Durchmesser, erscheinen. Barnard stellte ihn von vier dieser Planetenzwerge, Ceres, Pallas, Juno und Vesta, mit 770, 490, 190 und 380 Kilometer fest. Diese winzigen Mitglieder unseres Sonnensystems sind es wohl wert, daß wir einen Augenblick bei ihnen verweilen, um so mehr, als die Erde vielleicht schon einmal mit einem von ihnen in nähere, unliebsame Berührung gekommen ist, wie weiter unten erzählt werden soll.

Am 1. Januar 1901 9 Uhr abends waren gerade 100 Jahre abgelaufen, seit der Zufall die merkwürdige und folgenreiche Entdeckung des ersten Planetoiden herbeiführte. Auf einem alten Sarazenenturm in Palermo, den man wegen seines außerordentlich dicken Mauerwerks zur Sternwarte eingerichtet hatte, hauste als Astronom an der Accademia der Professor Giuseppe Piazzi, beschäftigt, einen umfassenden und möglichst genauen Katalog der Fixsterne herzustellen. An jenem Abend bewog ihn ein Druckfehler in einem französischen Sternkatalog, selbst hinaufzusteigen und nach dem betreffenden Gestirn am Himmel zu sehen. Er fand neben dem gesuchten ein Sternchen achter Größe, das ihm unbekannt war und dessen Stellung er aufzeichnete. Am nächsten Tage hatte dieses Sternchen seinen Ort geändert, am folgenden abermals, und nun erkannte Piazzi mit freudigem Erstaunen, daß ihm die Entdeckung eines bis dahin unbekannten Wandelsterns geglückt war. Er nannte ihn dem Könige beider Sizilien zu Ehren Ceres Ferdinandea, und der erstere dieser Namen ist dem Planetoiden geblieben. Am 28. März 1802 wiederholte sich dieser Zufall, indem der Bremer Arzt Dr. Olbers beim Aufsuchen der Ceres nahe derselben die Pallas entdeckte. Schon damals sprach der erst 24 Jahre alte berühmte Mathematiker Gauß, der die Bahn der Ceres berechnet hatte,

die Vermutung aus, Ceres und Pallas möchten Bruchstücke eines größeren zertrümmerten Planeten sein. Nachdem bis 1847 nur fünf kleine Planeten entdeckt waren, ist seit diesem Jahre ihre Zahl reißend gewachsen und beläuft sich gegenwärtig auf etwa 500. Diese ganze Schar bewegt sich in der Zone zwischen den Bahnen des Mars und des Jupiter, in der es von solchen kleinen Weltkörpern zu wimmeln scheint. Man sucht seit geraumer Zeit planmäßig nach ihnen und benützt jetzt zu dem Zwecke die Photographie, und zwar mit großem Erfolge. Das von Prof. Wolf in Heidelberg zuerst angewandte Verfahren besteht im wesentlichen darin, daß eine mit dem Fernrohr verbundene photographische Platte zwei Stunden lang dem Sternenhimmel ausgesetzt und das Instrument während dieser Expositionszeit durch ein Uhrwerk genau der täglichen (scheinbaren) Bewegung des Himmels entsprechend gedreht wird. Da der Planet diese Bewegung nicht mitmacht, sondern seine eigene Bahn verfolgt, so erscheint er beim Entwickeln der Platte nicht als Punkt, sondern als ein kleiner Strich. Unter den auf diese Weise aufgefundenen Planetoiden befinden sich solche, die wegen ihrer Kleinheit durch kein Fernrohr aufzufinden sind und einen Durchmesser von ungefähr 20 Kilometer, also einen Umfang von 63 Kilometer besitzen, so daß ein rüstiger Wanderer sie in einem Tage umkreisen könnte. Die Fürstentümer Lippe oder Waldeck, zur Not auch noch Sachsen-Altenburg, ließen sich auf einem solchen Planetchen gerade unterbringen.

Einer dieser Planetoiden, der 1898 als 433. entdeckte Eros, kommt zu gewissen Zeiten der Erde näher als irgend ein anderes selbständiges Glied des Sonnensystems, indem er den alten Planetoidengürtel zwischen Jupiter und Mars durchbricht. Er bietet dadurch ein vorzügliches Mittel, seine Entfernung von uns und dadurch auch die Entfernung der Sonne, die wir als „Sonnenweite" zum Grundmaß aller Distanzen im Weltraum erhoben haben, sehr scharf zu bestimmen. Die im Winter 1900 zu dem Zwecke auf allen Hauptsternwarten der Erde angestellten Beobachtungen ergaben die merkwürdige Tatsache, daß Eros in Zwischenräumen von zwei bis sechs Stunden regelmäßig seine Helligkeit ändert. Diese Helligkeitsschwankung muß durch die Achsendrehung des Planeten bewirkt werden, und man hat berechnet, daß die Gesamtdauer von Tag und Nacht für ihn nur 2 Stunden 46 Minuten beträgt. Da er einen Umfang von 116 Kilometer am Äquator besitzt, so beträgt die Umdrehungsgeschwindigkeit daselbst kaum 13 Meter in der Sekunde, das ist die Hälfte der Geschwindigkeit unserer Kurierzüge. Gäbe es also auf dem Äquator des Eros eine Eisenbahn, die mit der Geschwindigkeit der irdischen Züge von West nach Ost befahren würde, so könnte ein derartiger Zug bei ewigem Tag oder in ewiger Nacht fahren und es stünde in seinem Belieben, die große Weltuhr Sonne zu scheinbarem Stillstande zu bringen. So könnte denn auf diesem Weltkörper von der Oberfläche des halben Kreta oder des halben Montenegro Bürgers Abt von St. Gallen tatsächlich das Kunststück vollbringen, mit der Sonne früh zu satteln, zu reiten und sie stets in einerlei Tempo zu begleiten.

Die Helligkeitsschwankungen, welche nicht nur an Eros, sondern auch an anderen kleinen Planeten, so jüngst an der 66 Kilometer im Durchmesser haltenden Tercidina, festgestellt sind, lassen sich dahin deuten, daß manche Planetoiden nicht kugelförmig, sondern unregelmäßig, eckig gestaltet sind. Auch das spricht für die vor 100 Jahren von Gauß angedeutete Möglichkeit, daß diese kleinen Weltkörper Bruchstücke eines großen sind, der sich beim Zerspringen vielleicht schon in derartig starrem Zustande befand, daß seine Trümmer sich nicht mehr kugelförmig gestalten konnten. Doch sind auch andere Erklärungen der unregelmäßigen Gestalt möglich. Prof. Seeliger in München weist darauf hin, daß in der Zone der Planetoiden gelegentlich ein Zusammenstoß zwischen zweien dieser Körperchen stattfinden könne und daß durch ein solches, in ferner Vergangenheit liegendes Ereignis Eros in seine heutige Bahn geworfen sei. Bei einem Zusammenprall der offenbar längst erkalteten und starren Massen wird ein Teil derselben gewaltig erhitzt, vielleicht vergast, abgesprengte Stücke bestehen weiter und schlagen neue Bahnen ein. Es wäre nicht unmöglich, daß diese Annahme bei fortschreitender Kenntnis des Planetoidensystems noch einmal durch direkte Beobachtung einer derartigen Katastrophe bestätigt wird.

Wenden wir nun den Blick über den Asteroidenring hinaus, so stoßen wir auf den Jupiter, den König unter den Planeten, der seine Macht über die minderen Glieder des Systems schon oft in so tyrannischer Weise betätigte, daß man ihn mit dem Titel des „Kometenmörders" belegt hat. Sein 145.100 Kilometer betragender Äquatorialdurchmesser übertrifft den Polardiameter um 9000 Kilometer. Die vier hellen Jupitermonde übertreffen den Erdmond an Größe bedeutend. Noch bedeutender ist die Abplattung des Planeten Saturn, der nach Barnard 123.000 beziehungsweise 112.300 Kilometer Durchmesser besitzt. Welches Vertrauen diese Angaben verdienen, möge der Umstand zeigen, daß die von Barnards Beobachtungen ganz unabhängigen Messungen des Professors See vom Naval-Observatorium fast denselben Wert, 123.148 Kilometer, ergeben haben. Für den wunderbaren, wahrscheinlich aus Myriaden von Meteoren zusammengesetzten freischwebenden Ring des Saturn haben die beiden Beobachter 277.800 respektive 276.444 Kilometer Durchmesser an der Außenkante, 177.100 beziehungsweise 179.017 Kilometer innen berechnet, so daß die Breite dieses Ringes etwa 50.000 Kilometer beträgt. Der Uranus und der Neptun bleiben mit 57.600 respektive 54.600 Kilometer Äquatorialdurchmesser hinter jenen beiden Riesen beträchtlich zurück. Bei ihnen werden infolge der gewaltigen Entfernung von der Erde die Messungen unsicher; Prof. See gibt den Uranusdurchmesser nur auf 42.772 Kilometer an, also beträchtlich kleiner als Barnard und als der vor ihm angenommene Wert von etwa 50.000 Kilometer. Wenn man die acht großen Planeten mit ihren Äquatorgürteln aneinander reihte, so betrüge die Summe ihrer



Durchmesser noch nicht ein Drittel des 1,390.000 Kilometer langen Sonnenballdurchmessers. Verschwindend klein aber ist die Masse der Planeten im Vergleich zur Sonnenmasse: kaum zwei Tausendstel ihres Stoffes hat die Mutter und Schöpferin unseres Systems zur Erzeugung ihrer zahlreichen Kinder verbraucht, und davon hat Jupiter ungefähr die Hälfte in Anspruch genommen.

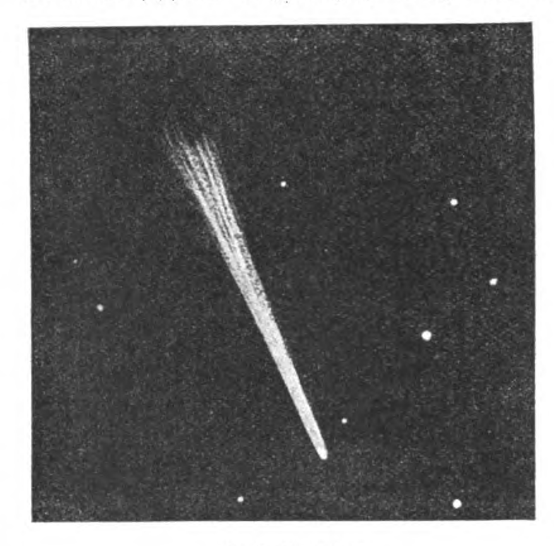
Ob nun mit Neptun die Reihe der Planeten abgeschlossen ist? Wahrscheinlich nicht; denn schon melden sich Stimmen, welche hinter ihm, also noch weiter von der Sonne entfernt, neue Planeten „errechnet" haben wollen. Schon Neptuns Dasein war bekanntlich aus den Störungen, welche er in der Uranusbahn verursachte, durch die Astronomen Leverrier und Adams berechnet worden, bevor es dem Berliner Galle gelang, ihn 1846 an dem von Leverrier angezeigten Orte als Sternchen achter Größe zu entdecken. So berechnete der Kopenhagener Astronom Lau kürzlich aus den Störungen der Neptunbahn das Vorhandensein eines, eigentlich sogar zweier Planeten, die sich hinter dem Neptun befinden sollen, und zu demselben Resultat gelangte auf anderem Wege der Engländer Forbes. Er geht dabei von der Annahme aus, daß die Umwandlung der ursprünglich parabelförmigen Bahnen von Kometen in Ellipsen nur durch den Einfluß von Planeten geschehen könne und daß der Eintritt in die neue Laufbahn sehr wahrscheinlich an dem sonnenfernsten Punkte des Planeten stattfinde. Die Anzahl der Kometen, deren Bahnen zu Ellipsen geworden sind, ist so bedeutend, daß der angenommene Planet jenseits des Neptun den Jupiter an Masse noch übertreffen müßte. Durch genaue Vergleichung der ehemaligen parabolischen mit den neuen elliptischen Kometenwegen wird sich der Ort des neuen Planeten zu einer bestimmten Zeit errechnen lassen, und wenn der Ort erst bekannt ist, werden die Astronomen dieses urälteste Glied des Sonnensystems aus dem Gewimmel der Fixsterne schon herausfinden.

Weltenbummler und Weltpolizei.

Planetensysteme von ähnlicher Zusammensetzung und Wohlgeordnetheit wie das unsrige schweben gewiß zu Tausenden durch den unendlichen Raum, und es ist ein erhebender Gedanke, daß der Mensch nicht „unter Larven die einzige fühlende Brust" bildet, sondern daß auf fernen Planeten denkende und empfindende Wesen ebenfalls das Weltall betrachten und sich des Daseins freuen. Das ist um so sicherer, als uns die Tatsachen zwingen, selbst innerhalb unseres Sonnensystems das Vorhandensein noch einer hochstehenden Kulturwelt, derjenigen der Marsbewohner, anzunehmen. Aber nicht aller Materie ist es gelungen, sich irgend einem Weltsystem anzugliedern und sich eine nützliche Stellung in der Weltökonomie zu sichern. Auch im weiten All gibt es verlorene Existenzen und auch sie sind, wie manche der verkrachten und verbummelten irdischen Genies, nicht selten interessanter als die in geordneten Verhältnissen lebenden honetten Leute.

„Die Fixstern' all in bittrem Hohn betrachten mich wie einen verlorenen Sohn," singt der Komet in Viktor v. Scheffels „Gaudeamus". Und er hat nicht so unrecht; denn es unterliegt keinem Zweifel, daß die Kometen zumeist unserem Sonnensystem ursprünglich fremd gewesen sind und sich, ihm allzunahe kommend, vom Netze der Anziehungskraft haben fangen lassen. Die Sonne verfährt mit solchen Eindringlingen nicht allzusanft, sondern sucht sie durch energische Sicherheitsmaßregeln unschädlich zu machen. Sie kettet die Bummler an, zwingt sie, geregelte Bahnen zu wandeln, und zerlegt die größten in kleine und immer kleinere Teilchen, welche nur noch geringfügige oder gar keine Störungen anrichten können; und in dieser Arbeit wird sie von einigen ihrer Kinder tatkräftig unterstützt.

So hat kürzlich Prof. H. Kreutz in Kiel durch umfangreiche, jahrelange Untersuchungen den Nachweis erbracht, daß wir ein eigentümliches Kometensystem beherbergen, welches aus der



Brooks Komet 1902.

Auflösung eines Urkometen entstanden ist, der in seiner Bahn der Sonne sehr nahe auf den Leib rückte. Es gehören dazu die Kometen 1843 I, 1880 I, 1882 II und 1887 I sowie der Komet von 1668, vielleicht auch der Komet von 1702, der am 2. und 3. Dezember 1872 wiedergesehen wurde, und der Komet, welcher während der totalen Sonnenfinsternis am 16. Mai 1882 zu Sohag in Ägypten zwischen den Strahlen der Sonnenkorona sichtbar war. Diese Kometen sind dadurch ausgezeichnet, daß sie in dem sonnennächsten Teile ihrer Bahnen (dem Perihelium) in die äußersten Schichten der Sonnenatmosphäre, in die Korona, eindringen. Der große Komet von 1843 z. B., in südlichen Gegenden anfangs am hellen Tage sichtbar, kam der Sonne bis auf die Hälfte ihres Halbmessers nahe, sein Schweif erreichte nach dem Periheldurchgange die Länge von 250 Millionen Kilometer, während der Kopf oder Kern unscheinbar war. In der Korona kreuzen sich auch die Bahnen der Hauptglieder jenes Kometensystems, und zwar in einem und demselben Punkte, woraus der ziemlich sichere Schluß zu ziehen ist, daß sich dort in unbekannter Vorzeit ein Kometen-



riese in mehrere Teile aufgelöst hat. Dieser Vorgang hat sich im Jahre 1882 vor unseren Augen an dem sogenannten „großen Septemberkometen", einem der Teile jenes Urkometen, wiederholt. Dieser Komet, der durch seinen Glanz am 18. September alle Welt in Erstaunen setzte, hatte im Perihel eine Geschwindigkeit von 478 Kilometer in der Sekunde. Infolge der alle Vorstellung übersteigenden Erhitzung bei Annäherung an die Sonne trat eine rasche Ausdehnung des alten Hauptkerns ein, die einigen Partien desselben eine etwas größere Geschwindigkeit erteilte, und diese überaus geringe Änderung der relativen Geschwindigkeit der Kernteile genügt, um den Zerfall in vier besondere Kometen herbeizuführen. Diese besitzen eine Umlaufszeit um die Sonne von 670, 770, 880 und 960 Jahren, so daß unsere Nachkommen, anstatt des einen Kometen von 1882, der die Sonne in 770 Jahren umkreiste, deren vier ungefähr um die Jahre 2550, 2650, 2760 und 2840 erblicken werden. Auch der große Komet des Jahres 1680, der am 17. Dezember jenes Jahres der Sonnenoberfläche bis auf 230.000 Kilometer nahekam und dabei zweiunddreißigtausendmal stärker bestrahlt wurde als die Erde, schnitt in diesem Zeitpunkte die Bahnen der obengenannten Kometen und scheint deshalb, trotz etwas abweichender Bahn, ebenfalls ein Sprößling vom Stamme jenes Urkometen zu sein.

Diese Teilung der Kometen kann unter Umständen dazu führen, daß der Nachtwandler zuletzt unsichtbar wird und sich endlich ganz auflöst. Der Komet 1889 V erschien gleich beim ersten Sichtbarwerden in Begleitung von vier kleinen Kometen, die sich wie seine Abkömmlinge ausnahmen. Die Berechnung der Bahn eines dieser Begleiter ergab, daß seine Abtrennung vom Hauptkometen im Mai 1886 stattgefunden hat, zu einer Zeit, da letzterer sich dem „Kometenmörder" Jupiter so nahe gewagt hatte, daß er vielleicht dessen Oberfläche streifte. 1896 kehrte der Komet wieder, aber von seinen vier Sprößlingen sah man nichts mehr. Wahrscheinlich haben sie sich völlig in Sternschnuppenschwärme aufgelöst, was wohl das natürliche Ende aller Kometen ist, die, vom feurigen Strahlenglanz der Sonne verlockt, dieser verderbenbringenden Schönen verehrend nahen, ein Abbild „jener Asra, welche sterben, wenn sie lieben".

Frühere Jahrhunderte glaubten von dem Zusammentreffen der Erde mit einem Kometen das Weltende befürchten zu müssen. Gegenwärtig neigt man eher zu einer Unterschätzung des Einflusses unserer Weltenbummler auf das Sonnensystem. Wie unendlich fein verteilt ihre Materie ist, zeigte der Anblick des berühmten Donatischen Kometen vom Jahre 1858, durch dessen Schweif unweit des Kernes man den Arktur schimmern sah, und zwar in so vollem Glanze, als ob kein Schleier zwischen ihm und der Erde schwebte. Obwohl der Schweif dieses Kometen sich im Perihel über 60 Himmelsgrade erstreckte, betrug sein Gewicht nur so viel wie eine 8 Meter tiefe Wassermasse vom Flächeninhalt der Insel Ceylon (64.000 Quadratkilometer). Daß so geringfügige Massen bei ihrer ungeheuren Zerstreuung keinen sichtbaren Einfluß auf so kleine Weltkörper wie die Jupitermonde ausüben, selbst wenn sie mitten zwischen diese fahren, läßt sich begreifen. Merkwürdig aber erscheint es, daß die Kometenschweife bei ihrer Annäherung an die Sonne nicht in diese hineingerissen werden, sondern sich auf der sonnennahen Strecke der Kometenbahn stets so stellen, daß sie von der Sonne abgewandt gerichtet sind. Dieses Verhalten, welches man früher elektrischer Fernwirkung der Sonne zuschrieb, versucht der Physiker Svante Arrhenius auf Grund der Maxwellschen Theorie des Lichtes mechanisch zu erklären. Er kommt dabei zu dem Ergebnis, daß die Körperchen, welche die Haupttypen der Kometenschweife zusammensetzen, so unendlich kleine Durchmesser haben — 0·1 bis 1·25 Mikromillimeter — daß sie nicht mehr den Wirkungen der Schwere unterliegen, sondern von dem Strahlungsdruck der Sonne in entgegengesetzter Richtung fortgetrieben werden. Diese die leuchtenden Teile der Kometen bildenden Teilchen bestehen nach den Ergebnissen der Spektralanalyse vorwiegend aus Kohlenwasserstoffen. Es gibt auch gewisse anomale Schweiftypen, die der Sonne zugewendet sind. In ihnen könnte die Größe der Teilchen bis auf 6 Mikromillimeter ($^6/_{1000}$ Millimeter) anwachsen Körper von solcher Winzigkeit sind auch für irdische Verhältnisse nichts Unerhörtes. Auf Grund gewisser Krankheitserscheinungen müssen wir vermuten, daß es Bakterien gibt, die unsere schärfsten Mikroskope noch nicht zu entdecken gestatten, die demnach kleiner sind als 0·3 Mikromillimeter, und Flüssigkeitshäutchen sind sogar nachgewiesen, deren Dicke 0·005 bis 0·02 Mikromillimeter nicht übersteigt. Vielleicht ist das Reich des unendlich Kleinen nicht minder unbegrenzt wie das des Riesengroßen und nur die Beschränktheit unserer Sinne schuld daran, daß wir unaufhörlich nach beiden Seiten bestimmte Grenzen wähnen.

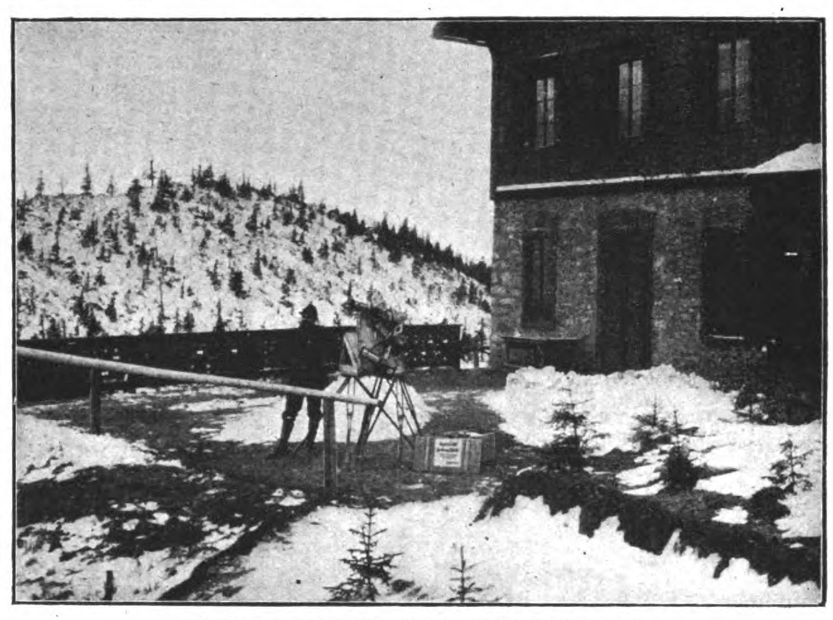
Wie die Kometen, so verbreiteten auch die von ihnen stammenden Sternschnuppenschwärme Bestürzung und Schrecken unter der abergläubischen Menschheit des Mittelalters

„Anno 1533, Freitag nach Ursula, den 24. octobris, zu nachts umb 10 hor sind allhie zum Hof und an andern orten mehr, auch in Behem und Etschland fligende drachen gesehen worden, grosse und kleine. Etliche waren lenger dann ein wischbaum (Heubaum), die fuhren schnell, nicht viel uber eines hauses oder baumes hoch von der erden, und waren derselben wunderbarlichen figuren unzelich viel, etwan uber die vierhundert. Es wehrete ihr flug und furuberzug von zehen hor vor mitternacht biß umb 2 hor nach mitternacht, bei vier gantzer stunden, sehr schrecklich und forchtsam anzuschauen; und hetten dieselben drachen mehrerstheils zwen flugel, eine kron uf dem haubt und einen rusel wie ein sau. Damals trat der mond in das erste virtheil."

Diese Worte des alten Chronisten geben uns, was mancher Leser nicht gerade vermuten wird, eine Schilderung der berühmten Novembermeteore, der nach ihrem Ausstrahlungsort im Sternbilde des Großen Löwen auch als Leoniden bezeichneten Sternschnuppen, selbstverständlich nach dem damals gebräuchlichen Julianischen Kalender



datiert. Wo jene Zeit fliegende Drachen mit gekrönten Häuptern und Saurüsseln sah, erblicken wir die durch den Einfluß der Sonne und der Planeten über eine langgestreckte Bahn verzettelten Reste eines gewaltigen Kometen. Bisher kreuzte die Erdbahn sich alle 33 Jahre mit dem Leonidenschwarm, und nach den großartigen Sternschnuppenfällen am 12. bis 15. November der Jahre 1799, 1833 und 1866 war man auf ihr Erscheinen im Jahre 1899 besonders gespannt. Aber — trotz aller für einen würdigen Empfang getroffenen Vorbereitungen, bei denen besonders die Photographie in Anwendung kommen sollte — sie blieben aus und die betreffenden Nächte unterschieden sich von einer gewöhnlichen Meteornacht fast gar nicht. Anscheinend ist die Bahn der Meteorwolke, auf die unsere Erde hätte stoßen sollen, infolge der großen Störungen, welche sie bei ihrem letzten Umlauf um die Sonne durch Jupiter und Saturn erlitt, derart verändert worden, daß sie der Erdbahn nicht mehr in hinreichender Nähe begegnet, um einen auffälligen Sternschnuppenfall zu bewirken.


Sternschnuppen-Beobachtungsstation auf dem Sonnwendstein.

Die Kometen und Sternschnuppenschwärme sind nicht die einzigen Vertreter des fahrenden Volkes in der Planetenwelt. In ihrem Gefolge erscheinen gewisse uns Erdbewohnern wirklich bedrohliche Vaganten, die Meteoriten.

Die Drohung des Scheffelschen Kometen an die Gelehrten:

> Einst werd' ich euch begegnen,
> Dann sollt ihr euch besegnen:
> Dann fahrt ihr durch mich und ich schnupp' euch noch was
> Und hagl' euch Meteorstein' ins Fernrohrglas —

sie ist längst zur Wahrheit geworden. Wenn auch dem Groll des Weltenbummlers noch keine Objektivgläser zum Opfer gefallen sind, so kennen wir jetzt doch Meteoriten, die ohne Zweifel mit Sternschnuppenströmen in Zusammenhang stehen. Für die Hauptströme, die Perseiden im August und die Leoniden im November, ist die Zahl der Meteoritenfälle allerdings auffallend gering, während der Maistrom in den Tagen vom 16. bis 20. und einige andere minder hervorragende Sternschnuppenströme viel häufiger von Meteorsteinfällen begleitet sind. Im allgemeinen darf wohl als Regel gelten, daß die der Anziehungskraft der Erde verfallenen Sternschnuppen schon in den höheren Regionen der Atmosphäre so stark erhitzt werden, daß ihre Auflösung erfolgt, bevor sie den Erdboden erreichen, und das wird vor allem bei denen der Fall sein, die der Stirnseite der Erde entgegeneilen, wie die Leoniden. Sie ziehen zur Zeit der Herbsttagundnachtgleiche mit großer Schnelligkeit aus der Gegend des Apex gegen die Erde, werden durch die enorme Schnelligkeit ihrer Bewegung und die trotz der dünnen Hochatmosphäre eintretende starke Reibung so durchglüht, daß die einzelnen Meteorkörper mehr und mehr zersplittern und die Teilchen unter Zurücklassung von großen, längere Zeit sichtbaren Schweifen verzehrt werden. Dagegen gelangen die weniger schnell der Erde nacheilenden, rechtläufigen Meteore im Frühlingsäquinoktium tiefer in die Atmosphäre, und manchem von ihnen gelingt es sogar, sich unversehrt aus dem feurigen Ritt ins kühle Erdreich zu retten. Lange und hervorragend helle Schweife finden sich bei ihnen deshalb nur selten. Merkwürdigerweise haben aber auch die Perseiden, die Augustmeteore, sonst wegen ihrer schönen, hellen und länger nachleuchtenden Schweifspuren als die „Schweifmeteore“ bekannt, im Jahre 1901 ungemein wenige Schweife hinterlassen.

Obwohl Meteorsteine schon in vorgeschichtlichen Zeiten zur Erde gelangt sind, ihr Fall jederzeit das größte Aufsehen erregt und manchem von ihnen, z. B. dem heiligen Stein an der Kaaba in Mekka, göttliche Verehrung gesichert hat, sind wir trotzdem vor Überraschungen auf diesem Gebiete nicht sicher. So gelangte kürzlich in die Meteoritensammlung des naturhistorischen Hofmuseums zu Wien ein 61 Kilogramm schweres Bruchstück eines ursprünglich etwa 160 Kilogramm wiegenden Meteoreisens aus Deutsch-Südwestafrika — mit solchen Blöcken, ja mit noch schwereren Projektilen bombardieren die Herren Kometen uns. Als man das Eisen behufs kristallographischer Untersuchung präparierte, stellte sich heraus, daß der Block nicht, wie dies gewöhnlich der Fall ist, aus einem einzigen Individuum, sondern aus deren vier besteht, zwischen denen scharfe Grenzlinien sichtbar sind. Hier scheinen vier Stücke eines Meteoritenschwarms unter großer Erhitzung, vielleicht infolge eines harten Zusammenpralls, zusammengeschweißt und dann erst zur Erde gelangt zu sein. Als eine



neue Art von Meteoriten sind kürzlich die früher für Abfälle alter Glashütten gehaltenen böhmischen Glasschlackenbomben oder **Moldavite** erkannt. Von allen Kunstgläsern unterscheidet sie ihre außerordentlich schwere Schmelzbarkeit, ihr höherer Gehalt an Aluminium und der geringere Kalziumgehalt. Überdies treten sie weitverbreitet in ganz Australien und einem Teile von Niederländisch-Indien auf, in Gegenden, die zuvor kein Europäer betreten, wo Glasmachen ganz ausgeschlossen und auch kein Vulkan, der sie hätte ausschleudern können, vorhanden war; denn auch für vulkanische Auswürflinge hat man sie erklärt. Dieses Auftreten, ihre chemische und mineralogische Beschaffenheit, vor allem ihre eigentümliche und fremdartige Oberflächenskulptur lassen für ihre Herkunft keine andere Erklärung zu, als daß sie aus dem Weltraum zu uns herabgekommen sind. Aus der Lage dieser Moldavite läßt sich schließen, daß größere Meteoritenschauer gegen Ende des Tertiärs oder zur Quartärzeit gefallen sind, vielleicht sämtlich Bruchstücke eines



Glasschlackenbombe.

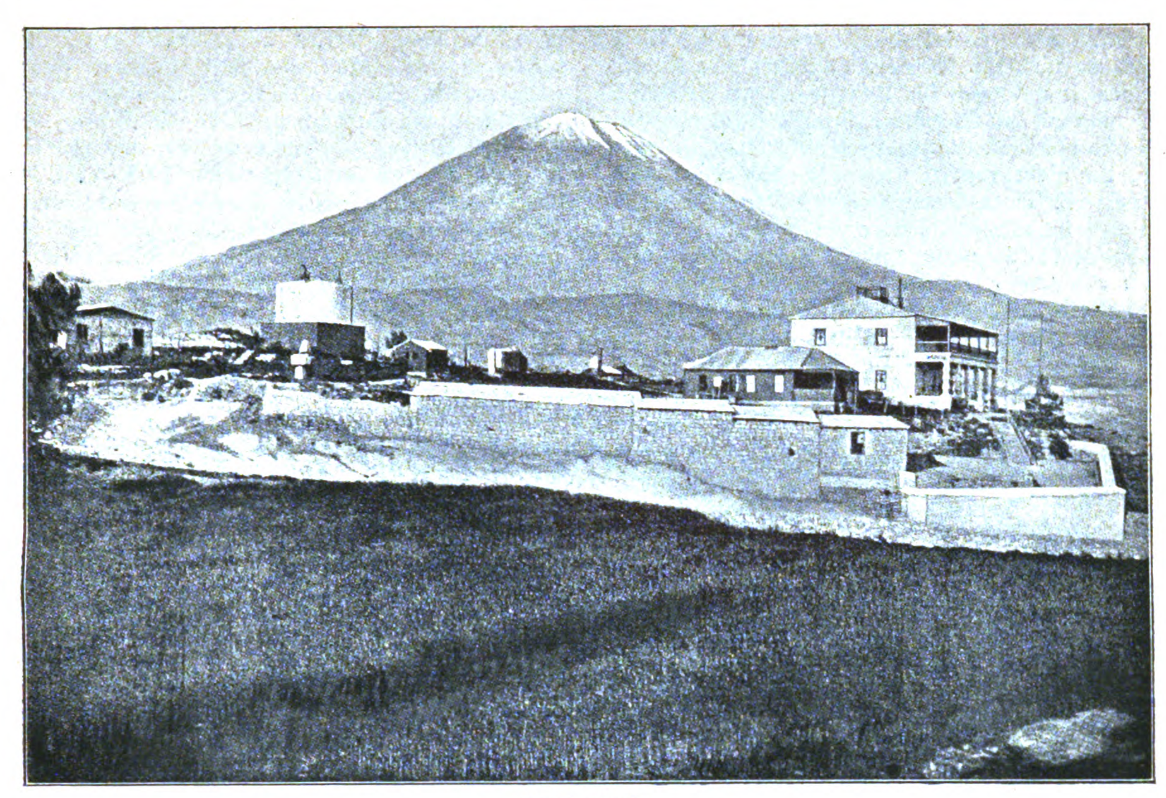
einzigen größeren Weltkörpers. Wer möchte berechnen, welchen Zuwachs an Masse die Erde seit jenen fernen Tagen durch den Fall von Meteoriten und Meteorstaub erhalten hat.

Durch die Bemühungen zweier amerikanischer Astronomen haben wir jetzt wenigstens eine ungefähre Schätzung des **Weltstaub**materials, welches gegenwärtig auf die Erde gelangt. Von den mit freiem Auge sichtbaren Meteoren sind nur drei unter 100 heller als ein Stern erster Größe, während 70 von 100 nur die Helligkeit von Sternen vierter Größe haben oder noch lichtschwächer sind. H. A. **Newton** hat über die Zahl der mit freiem Auge sichtbaren, täglich auf die Erde fallenden Meteore sehr vorsichtige Schätzungen angestellt und gefunden, daß ihre Zahl 10 bis 25 Millionen beträgt — täglich! Nach ihm hat der schon mehrmals genannte Dr. **See** die Zahl der mit einem Teleskop von 24 Zoll Objektivdurchmesser sichtbaren Meteore bestimmt. Es ergab sich, daß bei dem Durchmesser des Gesichtsfeldes von nur sechs Bogenminuten in einer Nacht durchschnittlich fünf Meteore am Fernrohr vorüberschossen. Daraus wurde geschlossen, daß in einem solchen Fernrohre am ganzen Himmel in 24 Stunden 1200 Millionen Meteore sichtbar sein würden. „Viel Staub in der Welt!“ könnte man auch im Hinblick auf diese ungeheuren Mengen täglich in unserem Dunstkreis verbrennender Meteore ausrufen.

Der Mond.

Werfen wir zum Schluß, ehe wir aus den himmlischen Regionen auf unsere irdische Heimat zurückkehren, noch einen Blick auf den silbernen Mond, den stillen, treuen Gefährten unserer Nächte. So freundlich er anzuschauen und so lieblich er anzudichten ist, ein längeres Verweilen auf ihm wäre doch nicht anzuraten, höchstens für Eisfabrikanten ersprießlich, und auch die müßten sich das nötige Wasser mitbringen. Denn an diesem kostbaren Naß fehlt es auf dem Monde völlig. Prof. **Pickering** beobachtete unseren Trabanten gerade hinsichtlich der Sichtbarkeit der kleinsten Mondgegenstände auf der 2456 Meter über dem Meeresspiegel gelegenen astronomischen Bergstation bei Arequipa in Peru. Er fand, daß bei der wunderbaren Ruhe und Klarheit der dortigen Atmosphäre das vortreffliche, 345fach vergrößernde Fernrohr den Mond so nahe bringe, als ob der Beobachter sich 1600 Kilometer über seiner Oberfläche befände. Das kleinste sichtbare Objekt hat unter solchen Umständen einen Durchmesser von 180 Meter. Würde man aber in Arequipa das größte zur Zeit vorhandene Fernrohr aufstellen, so könnte man damit mindestens um die Hälfte weiter vordringen und Gegenstände von etwa 100 Meter Durchmesser wahrnehmen. Bauwerke von der Größe der Peterskirche oder des Kölner Domes wären als kleine Punkte noch gut sichtbar, und eine der großen Strombrücken würde sich bei geeignetem Sonnenstande als langer, schmaler Schatten verraten. **Pickering** hat mehrere Kraterkegel gemessen, die nicht mehr als 50 bis 60 Meter Höhe haben, während der Durchmesser eines solchen Kraters 900 Meter, seine Tiefe 150 bis 200 Meter beträgt. Ein einzelnes gewöhnliches Haus würden wir also mit unseren augenblicklichen Hilfsmitteln noch nicht wahrnehmen können, wenn es sich auf dem Monde befände, wohl aber die zunehmende Ausdehnung großer Industriezentren, wie sie in Europa und Amerika unausgesetzt stattfindet. Bis jetzt haben wir aber noch niemals eine Spur von Menschenwerk auf der uns zugewandten Mondhälfte erblickt und es ist fraglich, ob organisches Leben auf dem Erdtrabanten sich jemals bis zur Höhe vernunftbegabten Daseins entwickelt hat.

Versetzen wir uns einen Augenblick gegen das Ende des 14½tägigen Mondtages auf die Oberfläche dieses merkwürdigen Weltkörpers! Eine geisterhafte, unheimliche Stille und der schreckliche, blendende, durch keine Atmosphäre und keine Wolke gemilderte Lichtglanz erfüllen uns mit Beklemmung. Was der Boden an Hitze empfängt, strahlt er sogleich in die Luft zurück, welche uns die Temperatur siedenden Wassers zu besitzen scheint. Flüchten wir uns in den Schatten eines der großen Ringgebirge, um von da aus einen Blick in das Weltall zu werfen. Kein Wölkchen ist sichtbar, ein Himmel schwarz wie Tinte umgibt uns, an dem sich neben der lodernden Sonne Tausende glänzender Sterne zeigen, die hier zu ihrer Sichtbarkeit der Nacht nicht bedürfen. Und was schwebt dort



Arequipa-Station.

für ein dunkler, lichtumkränzter Riesenball? Sollte das unsere Erde sein? Dreizehnmal so groß wie bei uns der Vollmond erscheint sie uns vom Monde aus gesehen. Kein Lufthauch, kein kühlender Wind erquickt uns, kein rieselnder Quell läßt sich vernehmen. Fürchterlich steil und hoch ragen die Bergwälle, und die schwarzen Schatten selbst der geringsten Erhebungen zeigen so scharfe Umrisse, wie sie der deutlichste irdische Schatten niemals erlangt. Keine Spur von Vegetation mildert die Schroffheit dieser Formen. Nur Gestein und Schutt umgibt uns, hier zu massigen Kratern und gewaltigen Bergzügen aufgetürmt, dort erniedrigt zu riesigen, mit kleinen und kleinsten Kratervertiefungen stellenweise förmlich übersäeten Ebenen, welche von endlos langen Rissen und Rillen durchfurcht sind. Nun sinkt die Sonne langsam unter den Horizont und eine reißend schnelle Abnahme der Hitze macht sich bemerkbar, die während der 14½tägigen Nacht auf 150° unter Null steigen wird. Flüchten wir deshalb schleunigst von der ungastlichen Stätte, die einem Dante als passender Verbannungsort für verdammte Seelen zu empfehlen wäre.

Viel Scharfsinn und Experimentierkunst ist seitens der Physiker, besonders der deutschen, aufgewandt worden, um die Entstehung der Oberflächenformen des Mondes zu erklären. Die merkwürdigsten Gebilde, die sogenannten Krater, hielt man früher wirklich für Vulkankegel und sah in den auf die Erde fallenden Meteoriten Auswürflinge der Mondvulkane. Gegenwärtig stehen sich zwei Erklärungen der Krater gegenüber. Nach der einen sind sie durch den Aufsturz kleiner planetarischer Massen, welche ja bei der auch früher nur geringen Dichtigkeit der Mondatmosphäre unversehrt auf die Mondoberfläche kommen mußten, entstanden, und diese Ansicht findet eine Stütze in zahlreichen Experimenten, welche durch Aufsturz von Körpern auf Ton-, Sand- oder Gipsmassen fast sämtliche Kraterformen des Mondes mit ihren Zentralkegeln und -Gebirgen täuschend ähnlich im kleinen wiedergeben. Nach der anderen Erklärung haben sich beim Erstarren des Mondkörpers in seiner Rinde zahllose mit Gasen erfüllte Hohlräume gebildet, deren Decken oder Gewölbe infolge der gewaltigen Ausdehnung und Zusammenziehung, welche die festen Gebilde der Mondoberfläche während des zweiwochenlangen Mondtages und der ebenso langen Nacht erleiden, zertrümmert und eingestürzt sind. Der früher nie bemerkte Krater Hyginus N, der offenbar eine Neubildung ist, könnte nach dieser Annahme sich jüngst durch den Einsturz eines solchen Hohlraumes gebildet haben. Schwieriger zu erklären ist das Verschwinden eines früher deutlich ausgeprägten Kraters, der Formation Linné im Mare Serenitatis, wo wir statt des auf allen älteren Mondkarten eingezeichneten Kraters nur noch eine glockenförmige schwache Erhebung mit undeutlichen, verschwommenen Rändern gewahren. Sollten auf dem Monde wirklich noch vulkanische Kräfte tätig sein, die, im Linné einen Ausbruch verursachend, seinen Wall zum Zusammenstürzen brachten? Auf vulkanische Regungen der Mondrinde ließe sich vielleicht auch die Neubildung von Spalten zurückführen, die man neuerdings beobachtet hat, während man die älteren Rillen als den sichersten Beweis dafür betrachtet, daß ehemals auf dem Monde Wasser vorhanden war. Als sich das flüssige Element allmählich in das Innere des Mondes zurückzog oder von ihm aufgesogen wurde, rief es beim Gefrieren in der Oberfläche vermöge

der dabei eintretenden Volumvergrößerung gewaltige Sprünge und Risse hervor. Nachdem das Wasser absorbiert war, kam die Atmosphäre an die Reihe. Sie ging mit der Oberfläche chemische Verbindungen ein und wurde von ihr förmlich aufgesaugt, ein Prozeß, der wahrscheinlich noch nicht völlig beendet ist.

Es ist anzunehmen, daß die Mondkugel anfänglich in derselben Zeit rotiert hat wie die Erde und daß die Rotation durch die auf dem Monde weit mächtiger als bei uns wirkende Kraft der Gezeiten zu ihrer heutigen Dauer verlangsamt wurde. Man hat danach berechnet, nach wieviel Zeit die lebendige Rotationskraft aufgebraucht war, und gefunden, daß dazu rund 325 Millionen Jahre nötig waren. So lange, vielleicht noch länger, bot der Mond die Bedingungen für die Existenz organischer Wesen. Ob aber die Organismen sich in dieser Zeit zu der Höhe entwickeln konnten, die sie bei uns gegenwärtig im Menschen erreicht haben, läßt sich mit Fug bezweifeln. Dagegen läßt sich nach dem augenblicklichen Stande unseres Mondwissens mit Sicherheit behaupten, daß unser Trabant sich im Stadium der Kosmothanie, des Weltentodes, befindet.

Die Erdrinde in Vergangenheit und Gegenwart.

(Geologie und Geophysik.)

Ein Gestaltungsprinzip der Erdoberfläche. • Eiszeithypothesen. • Die Geheimnisse des Erdinnern. • Schemacha und Martinique. • Die Erderschütterer.

Ein Gestaltungsprinzip der Erdoberfläche.

Der „Tropfen am Eimer", wie Klopstock in seiner herrlichen Ode „Die Frühlingsfeier" unsere Erde so treffend bezeichnet, dieser winzige Weltkörper, wie viel Kopfzerbrechen verursacht er seinen vernunftbegabten Kindern, die ihn möglichst genau und allseitig kennen und begreifen möchten! Welche Frage aus dem Gebiete der Erdphysik und Geologie wir auch aufwerfen mögen: statt einer von unumstößlicher Gewißheit getragenen Antwort springt uns gewöhnlich ein halbes Dutzend Hypothesen entgegen, deren jede bestrebt ist, sich aus den vorhandenen Tatsachen ein möglichst haltbares, alle Schwächen deckendes Gewand zuzuschneiden. Greifen wir aus der großen Schar eine der jüngsten heraus, die sich augenblicklich noch bescheiden im Hintergrund hält, obwohl ihr Aussehen für die Zukunft Großes verspricht.

„Ein Gestaltungsprinzip der Erde" nennt sie sich, hinter welchem Titel sich ein schöner, neuer Versuch verbirgt, die Entstehung der großen Züge und der versteckteren Runzeln und Falten im Antlitz unserer lieben alten Mutter Erde zu erklären. Wir verdanken diese Arbeit einem Leipziger Freundespaare, dem Ingenieur Paul Reibisch, dem die Urheberschaft des Gedankens zukommt, und dem Biologen Heinrich Simroth, welcher den Grundgedanken Reibisch' nach verschiedenen Seiten, besonders für die Erklärung der geographischen Verteilung der Lebewesen, aufs glücklichste ausgebaut hat.

Ausgehend von den Umrissen Europas während des dritten oder mesozoischen Zeitalters, zeigt Reibisch, daß unser Erdteil während der Jurazeit noch eine Anzahl großer, zerstückelter Inselkomplexe bildete, aber bereits zur Kreidezeit im Umfange sich dem heutigen Aussehen nähert. Diesen Zuwachs an Landmasse kann man angesichts seiner großen Ausdehnung nicht durch eine vulkanisch bewirkte Hebung, sondern nur durch ein ganz allmähliches, gleichmäßiges Auftauchen dieses Gebietes aus seiner vorherigen Wasserbedeckung erklären, wobei jedoch zu betonen ist, daß nicht nur die vorher untergetauchten Teile, sondern auch die schon sichtbaren Landstrecken mitgehoben wurden, so daß die unter gleicher Breite liegenden Punkte ihre gegenseitige Höhenlage unverändert innehielten. Auch in anderen Gegenden der Erde finden wir große Hebungsgebiete. Man erkennt sie teils daran, daß im Meere gebildete Gesteinsarten, z. B. Korallenkalk, gegenwärtig hoch über dem Spiegel der See liegen, teils daran, daß die durch das nagende und glättende Spiel der Meereswogen in den Fels gravierten Strandlinien jetzt in beträchtlicher Höhe über dem Meere liegen, stellenweise in mehreren Etagen übereinander. So weist z. B. Südamerika im ganzen Verlauf seiner langgestreckten Westküste zahlreiche Strandlinien auf, welche bei Valparaiso bereits 120 Meter über dem Meere liegen und im südlichen Chile bis zur Höhe von 600 Meter ansteigen, nach dem Äquator zu sich dagegen allmählich senken, bis sie an der Küste Ekuadors dort liegen, wohin sie von Rechts und Natur wegen gehören, im Meeresniveau. Mit den bisweilen auch recht beträchtlichen Heraufrückungen von Küsten, die gelegentlich in Begleitung großer Erdbeben vorkommen, sind diese säkularen, die Dauer von Jahrhunderten beanspruchenden Hebungen nicht zu verwechseln; denn jene Erdbebenhebungen erstrecken sich niemals so gleichmäßig auf große, langgestreckte Gebiete.

Wie hier Hebungen, lassen sich an anderen Stellen der Erdfeste ebenso zweifellos Senkungen feststellen. Das geschah schon seitens Darwins, der nach genauem Studium der riffbildenden Korallentiere die Ansicht aussprach, daß das große Inselgebiet der Südsee einer ganz allgemeinen Senkung unterworfen sei und allmählich unter dem Meeresspiegel verschwinde. Dagegen zeigt sich der nördlich vom Äquator liegende Teil dieser Inselwelt nebst allen den Nordpazifik einschließenden Gestaden — mit einer unwesentlichen örtlichen Ausnahme — in dauerndem Aufstiege begriffen.

Reibisch stellt unter Verwerfung der alten, tatsächlich unzureichenden Erklärungsversuche eine neue, originelle Hypothese auf, zu deren vollem Verständnis uns ein Blick auf die wirkliche Gestalt



der Erde verhelfen soll. — Unser Planet ist bekanntlich wie seine Nachbarn, Jupiter, Saturn und wahrscheinlich auch Mars, keine genaue Kugel, sondern ein durch die Rotation nach dem Äquator zu ausgebauchtes Ellipsoid. Aber auch die Ellipsoidform ist so ungenau, daß man es vorgezogen hat, dem Erdball eine eigene Bezeichnung beizulegen, nämlich die eines Geoids, dessen Größe und Gestalt man durch große, über ganze Kontinente reichende Vermessungen immer genauer und schärfer zu bestimmen sucht. Die kürzlich in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zu Ende geführten beiden Vermessungen ergaben für den äquatorialen Radius eine Länge von 6378, für den Polarhalbmesser 6356·7 Kilometer. Der Unterschied zwischen den beiden Radien beträgt also etwa 21.300 Meter, um welche Strecke Nord- und Südpol dem Erdzentrum näher liegen als ein Punkt auf dem Äquator.

Das Wasser ist vermöge seines Aggregatzustandes allzeit und überall bestrebt, die Geoidform innezuhalten, welche demgemäß auf den Ozeanen am reinsten zum Ausdruck kommt, obwohl sie auch hier durch die Anziehung der Kontinente und durch die Gezeitenwellen gestört wird. Anders die feste Hülle, die Lithosphäre, welche den Wirkungen der Fliehkraft und der Schwere wegen ihrer Starrheit nicht nachgeben kann. Ein Punkt der Meeresküste am Nordpol, um 90° nach Süden zum Äquator verschoben, würde hier nicht im Niveau des Meeresspiegels, sondern wegen der Verschiedenheit der polaren und äquatorialen Erdradien mindestens 21 Kilometer unter dem Meere liegen. Umgekehrt würde ein Punkt der Küste am Äquator, unter den Pol verschoben, hier 21.300 Meter hoch auf dem Gebirge liegen. Es würde also schon eine mäßige Schwankung polwärts genügen, um jeden unterseeischen Bergrücken, selbst aus 5000 Meter Tiefe, über den Wasserspiegel zu bringen und landfest zu machen. Das in Südamerika festgestellte Ansteigen der Strandlinien vom Äquator nach Süden entspricht dieser Annahme; umgekehrt müßte jede Schwankung des Südpols nach dem Gleicher zu die hochgelegenen Strandlinien dem Meeresniveau nähern und schließlich wieder auf wirkliche Strandtiefe senken. Europa, weiter nach dem Äquator zu geschoben, müßte so weit unter Wasser kommen, wie es nach seinem Kartenbilde zur Tertiärzeit tatsächlich schon einmal der Fall gewesen ist.

Die durch die geologischen Tatsachen geforderten Verschiebungen der Erdmassen erklärt Reibisch durch seine Hypothese auf das glücklichste. Er nimmt an, daß es am Äquator zwei feste Pole, die Schwingpole, gebe, um welche der Erdball regelmäßige, sehr langsame Schwankungen vollziehe. Diese Schwingpole liegen natürlich an den Endpunkten eines großen Erddurchmessers, und zwar in Ekuador und Sumatra, um 180 Längengrade voneinander entfernt, und sind allzeit fest in der äquatorialen Lage geblieben. Die Nord- und Südpol verbindende Erdachse hat nun regelmäßige Schwingungen ausgeführt in einer Richtung, welche senkrecht zu der die Schwingpole verbindenden Linie, zu der Schwingpolachse Sumatra - Ekuador steht. Dieser Schwingungskreis, wie wir ihn nennen können, verläuft in der Richtung des Beringstraßen-Meridians (190° östliche Länge von Greenwich) vom Nord- zum Südpol. Die Schwankungen oder Pendulationen, welche die vom Großen Ozean oder Pazifik bedeckte Erdhälfte in Richtung dieses Meridians abwechselnd nach dem Nord- und dem Südpol, die entgegengesetzte Halbkugel gleichzeitig nach dem Süd- beziehungsweise Nordpol ausführt, müssen ungefähr 40° betragen.

Schwingpol und Schwingungskreis auf der westlichen Halbkugel.

Um uns den für die Erklärung der säkularen Bewegungen der Erdrinde so überaus fruchtbaren Gedanken Reibisch' recht zu verdeutlichen, wollen wir uns einmal vorstellen, das Gradnetz, welches wir auf dem Globus gezeichnet sehen, sei tatsächlich in Form eines kolossalen Eisengerippes um die Erde geschmiedet, aber nicht dem Geoid enganliegend, sondern in 10 Kilometer Meereshöhe schwebend, so daß es nicht einmal mit den höchsten Bergriesen kollidieren könnte. Die beiden Punkte, in denen der 100. und der 280. Meridian östlicher Länge den Äquatorreifen schneiden, seien

durch eine ungeheure, 12.756 + 20 Kilometer lange stählerne Welle verbunden, und auf diese Welle, die Schwingpolachse, sei das Geoid aufgesteckt. Bei Sumatra und Ekuador tritt sie in die Erdoberfläche ein. Damit unser eisernes Gradnetz seine Lage zur Sonne und zum Gradnetz des Himmels unverändert beibehalte, sei es mit den beiden Polen an die Himmelsachse festgeschmiedet, die wir uns in Form eines riesigen Eisenstabes Nord- und Südpol des Himmels verbindend, aber auf der Strecke zwischen den beiden Erdpolen unterbrochen denken müssen, da sonst die Erde, in zwei senkrecht zu einander stehenden Richtungen durchbohrt, jeder Bewegungsfähigkeit beraubt wäre. Versetzen wir dem also montierten Erdball in Tangentialrichtung einen Stoß auf irgend einen Punkt, der 90° von den beiden festen Schwingpolen Sumatra und Ekuador entfernt liegt, so beginnt er um die Schwingpolachse hin- und herzuschaukeln und führt jene Bewegung aus, die Reibisch Pendulation genannt hat. Sie vollzieht sich langsam in ungeheuren Zeiträumen, bis der Ausschlag nach einer Seite den Betrag von etwa 40° erreicht hat, und schwankt dann um ebensoviel nach der entgegengesetzten Richtung. Dabei wandern die Erdmassen ganz unmerklich um die beiden Schwingpole, je nach ihrer Entfernung von ihnen kleinere oder größere Kreisabschnitte beschreibend. Den weitesten Weg in gleicher Zeit legen natürlich die auf dem Schwingungskreis selbst gelegenen Gegenden zurück, da sie direkt mit dem Meridian nach Norden beziehungsweise Süden wandern, während die den Schwingpolen näher liegenden Gebiete einen von der Nordsüd-Richtung nach Osten oder Westen abbiegenden Weg einschlagen.

In welcher Richtung vollzieht sich nun in unserer jetzigen geologischen Periode die Pendulation? —

Denken wir uns durch die beiden Schwingpole zwei über den Nord- und den Südpol verlaufende Meridiane gezogen, so teilen diese, der 100. und der 280. Meridian von Greenwich, die Erdoberfläche in zwei Halbkugeln, die wir unter besonderer Berücksichtigung der Wassermassen die pazifische und die atlantisch-indische Hemisphäre nennen wollen. Alle jene obenerwähnten Hebungs- und Senkungserscheinungen des festen Landes lassen sich nun sofort erklären, wenn man eine Drehung um den südamerikanischen Schwingpol im Sinne des Uhrzeigers annimmt. Dann nähern sich die südlich vom Äquator gelegenen Teile der pazifischen Hemisphäre dem Äquator, tauchen also allmählich im Ozean unter, wie denn auch tatsächlich dieses Gebiet ein sinkendes ist, während die Nordpazifikhälfte, welche dem Pol zustrebt, aufsteigende Landmassen zeigt. Auf der atlantisch-indischen Halbkugel strebt umgekehrt die Nordhälfte dem Äquator zu, während die Südhälfte polare Pendulation zeigt. Wie vorzüglich diese Annahme das Auftreten der jüngsten hinter uns liegenden Erdperiode, der sogenannten Eiszeit, erklärt, soll weiterhin erörtert werden.

Zunächst aber fragen wir uns nach der mutmaßlichen Ursache dieser Erdpendulation. Was gab den Anstoß zu dieser in der Richtung des Schwingungskreises um die beiden Schwingpole hin und wieder schwankenden Bewegung? Diese Frage sucht Simroth zu beantworten. Innere Ursachen für die unregelmäßige Gestaltung der Erdoberfläche, für die eigentümliche, nach Süden sich zuspitzende Form der Kontinente, die Verteilung der Land- und Wassermassen können schwerlich gefunden werden. Hätte die Erde ungestört mit fester Drehachse rotieren können, so hätte die Erstarrung des ehemals feuerflüssigen Balles, von den Polen, den Punkten des stärksten Druckes und der geringsten Fliehkraft, ausgehend, allmählich bis zum Äquator fortschreiten müssen, und das Ergebnis wäre eine glatte, an den Polen abgeplattete Kugel gewesen. Die Störung muß also von außen gekommen sein.

Da erscheint denn die Tatsache wichtig, daß von astronomischer Seite auf Grund gewisser Elemente der Erdbahn vor einiger Zeit ein zweiter Mond gesucht wurde. Er sollte so stehen, daß er immer unsichtbar bliebe. Ist es nicht wahrscheinlicher, daß er in die Erde gefallen und, gleichgiltig zunächst, in welchem Umfange, in Afrika zu suchen sei? Diese Annahme, daß einst ein größerer Körper, wie jetzt noch tagtäglich die Meteoriten, mit der Erde zusammengestoßen und in sie hineingetaucht sei, erklärt als einzige Hypothese in dem ganzen Problem alle Unregelmäßigkeiten der Erdoberfläche in gesetzmäßiger Weise, erklärt vor allem den Anfang der Pendulation. — Die Annahme, daß der Störenfried ein Erdmond gewesen sei, erscheint mir nicht recht haltbar, da ein solcher Trabant, durch die Gravitation nach der Abschleuderung in eine bestimmte Bahn gezwungen, schwerlich zu seinem Muttergestirn zurückkehren wird. Ich möchte vielmehr vermuten, daß entweder ein ungeheurer Meteorit oder einer der kleinen Planeten das Attentat begangen habe; von letzteren wird, wie oben angedeutet ist, die Planetoidenbahn zwischen Mars und Jupiter bisweilen nach der Erde hin überschritten, und in einem solchen Falle dürfte einem der kleinen Ausreißer die Anziehungskraft der den Mars an Masse beinahe zehnmal übertreffenden Erde verderblich geworden sein. Näher und näher an den gewaltigen Planeten gezogen, versuchte er, sich der drohenden Gefahr in immer schnellerem Lauf zu entziehen, bis er endlich mit furchtbarer Geschwindigkeit auf die Erdoberfläche stürzte.

Als Zeit des Zusammenstoßes ist eine Epoche anzunehmen, in der die Polargebiete bereits mäßig erstarrt waren, am Äquator aber die Kruste sich eben erst schließen wollte. Der auffallende Himmelskörper, schon fester und kälter — auch das würde für einen Planetoiden zutreffen — stürzte von Westen und ein wenig von Süden her eben da in die Erde, wo jetzt das zentrale Afrika liegt. Seine Masse mußte das Gleichgewicht der rotierenden Erde dauernd stören: sie wird die Ursache für das Sichneigen und Wiederaufrichten der Erdachse im Schwingungskreis, für die Pendulation. So erhielt die Erde ihre Schwingpole.

Die erste Berührung des auffallenden Körpers von Westen staute die eben erstarrte Erdkruste östlich davon zu einer meridionalen (nordsüdlich



verlaufenden) Falte auf. Dann sank der Fremdling, teilweise wieder eingeschmolzen, mehr oder weniger vollständig in die noch flüssige Erdmasse ein, wurde zuletzt vermutlich wieder ein wenig zurückgepreßt und tauchte über die Oberfläche empor. **Urafrika** vom Kongobecken bis zum Kap war da. An dieses legte sich die äquatorial vor ihm liegende noch dünne Erdkruste an und erstreckte sich als lange Falte nach Westen und Osten. Der westliche Teil dieser Erdfalte stellt die alte Landbrücke dar, welche ehemals Afrika mit Westindien verband und durch die Vulkane der Kapverdischen Inseln und Madeira noch angedeutet wird; ihre östliche Hälfte reicht als eine flache, lange, zungenartige Falte ostwärts bis zu den Marquesasinseln. Diese Äquatorialfalte brachte durch ihre Spannung einen Durchbruch in der obenerwähnten Nordsüdfalte hervor, so daß nur ihre äußeren Abschnitte, Madagaskar südlich und der Ural nördlich vom Äquator, stehen blieben. Wichtige mineralogische Gründe sprechen dafür, daß diese beiden Bergländer die älteste und allzeit beständig gebliebene Gebirgsfalte darstellen.

Eiszeithypothesen.

Der Raum gestattet nicht, den weiteren Ausführungen **Simroths** über den Einfluß jenes Aufsturzes auf die Bildung der Kontinente zu folgen.[1]) Wir werden ihnen überdies auf dem Gebiete der Tiergeographie noch einmal begegnen. Dagegen soll uns die Pendulationshypothese jetzt zu einer neuen **Erklärung der Eiszeiten** behilflich sein.

Da gegenwärtig, wie schon gesagt, die ganze Nordhälfte der atlantisch-indischen Hemisphäre in einer dem Äquator zustrebenden Bewegung begriffen ist, so muß dieses Gebiet früher, und zwar in seiner letzten geologischen Periode, dem Nordpole bedeutend näher gelegen haben; und in der Tat wird diese Annahme bestätigt durch die in der Quartärzeit stattgehabte, Nord- und Mitteleuropa überwältigende Eiszeit. Man hat für diese stets nach außerirdischen Ursachen gesucht. Das Auftreten mehrerer Eisperioden während des Quartärs und die Spuren noch älterer Eiszeiten in dem vorangehenden Zeitalter beweisen jedoch, daß wir es nicht mit **einem** zufälligen, sondern mit **mehreren** regelmäßig, sozusagen periodisch wiederkehrenden Ereignissen zu tun haben, deren Ursache in gewissen periodischen Bewegungen der Erdoberfläche selbst zu finden ist. Denken wir uns eine nordpolare Pendulation der atlantisch-indischen Halbkugel eintreten, so rücken gerade die Gegenden, welche die Hauptvergletscherung durchmachten, das Alpengebiet, Deutschland, Skandinavien, genau nördlich. Bei einer Pendulation um 20 Breitengrade nordwärts läge Stettin dort, wo wir die Bäreninsel sehen, Stockholm im nördlichen Spitzbergen, das Nordkap auf dem Nordpole selbst. Das allein würde schon genügen, eine totale Vereisung dieser Gebiete herbeizuführen. Die polare Pendulation bedingt aber gleichzeitig auch ein Höhersteigen des Landes, wodurch selbst jetzt niedrige Bergketten eine solche Höhe über dem Meeresspiegel erhielten, daß sie zu Ausgangspunkten von Gletscherströmen wurden. Ost- und Nordsee, verhältnismäßig seichte Meeresbecken, mußten bei einer Hebung von 200 bis 300 Meter wasserfrei werden, was zu der besonders für die Ostsee durch viele Tatsachen begründeten Annahme stimmt, daß diese Becken während der Eiszeit leer waren. Ganz ungezwungen erklärt die Pendulation Tatsachen, vor denen wir sonst wie vor einem Rätsel stehen. Auf den beiden fast unter dem Äquator gelegenen ostafrikanischen Bergriesen, dem Kilimandscharo und Kenia, deren Gipfel noch jetzt mit einer Eishaube bedeckt sind, fanden die Forschungsreisenden Dr. Hans **Meyer** und **Mackinder** Spuren einer ehemals 800 bis 1000 Meter weiter abwärts reichenden Vergletscherung. Hält man an der Unveränderlichkeit der äquatorialen Lage dieser Bergländer fest, so muß man zur Erklärung eine allgemeine, die ganze Erde betreffende Temperaturerniedrigung annehmen, für welche es an jedem tatsächlichen Anhalt fehlt. Die polare Pendulation würde den Kilimandscharo ungefähr in die Gegend des armenischen Hochlandes oder des Kaukasus versetzt haben, was genügt hätte, seine Gletscher um 1000 Meter tiefer herabgleiten zu lassen. **Meyer** selbst bestimmte, ohne von unserer Hypothese zu wissen, das Alter der ehemaligen Kilimandscharogletscher als diluvial, also als der Zeit entsprungen, in welcher dieser gewaltige Tertiärvulkan am weitesten nordwärts gelangt war.

Älter als unsere Diluvialperiode ist die jüngste amerikanische Eiszeit, die sich vollzog, während Europa dem Nordpol erst von weitem zustrebte. Einer neuen Vereisung geht Nordamerika jetzt entgegen, indem zunächst sein nordwestliches Gebiet, also Alaska mit Umgebung, völlig unter die Eiskappe schlüpft, während Europa sich im Sinne der äquatorialen Pendulation noch südwärts bewegt. Obwohl es sich bei diesen Bewegungen um säkulare, nach menschlichem Zeitgefühl schneckenhaft langsam verlaufende Vorgänge handelt, läßt sich das Zunehmen der Wärme, das sicherste Zeichen äquatorialer Pendulation, doch mit ziemlicher Gewißheit nachweisen. Griechenland und Italien, vor 3000 Jahren noch ein Urwaldgebiet mit einem Baumbestand nordeuropäischen Charakters, haben sich an Stelle der Urwälder allmählich mit einer Flora subtropischer Art, Ölbaum, Feige, Lorbeer, Weinstock, Edelkastanie, Pinie und Zypresse, Korkeiche, Granatapfel, Zitrone und ihren Verwandten, Johannisbrotbaum, Dattel- und Zwergpalme, bedeckt, und diese ganze Pflanzengesellschaft rückt allmählich nordwärts vor. Die Gletscher der Alpen nehmen fortdauernd an Ausdehnung ab, Pässe, die ehemals vereist waren, sind frei geworden, und das Meer hat noch in historischer Zeit an flachen Küsten wie der Nord- und Ostsee große Gebiete verschlungen.

Auf dem Boden der Eiszeit pflügen, säen und ernten wir, aus dem Lehm und Ton, den sie uns hinterlassen, formen wir unsere Gefäße und die Backsteine unserer Wohnungen; die gewaltigen

---

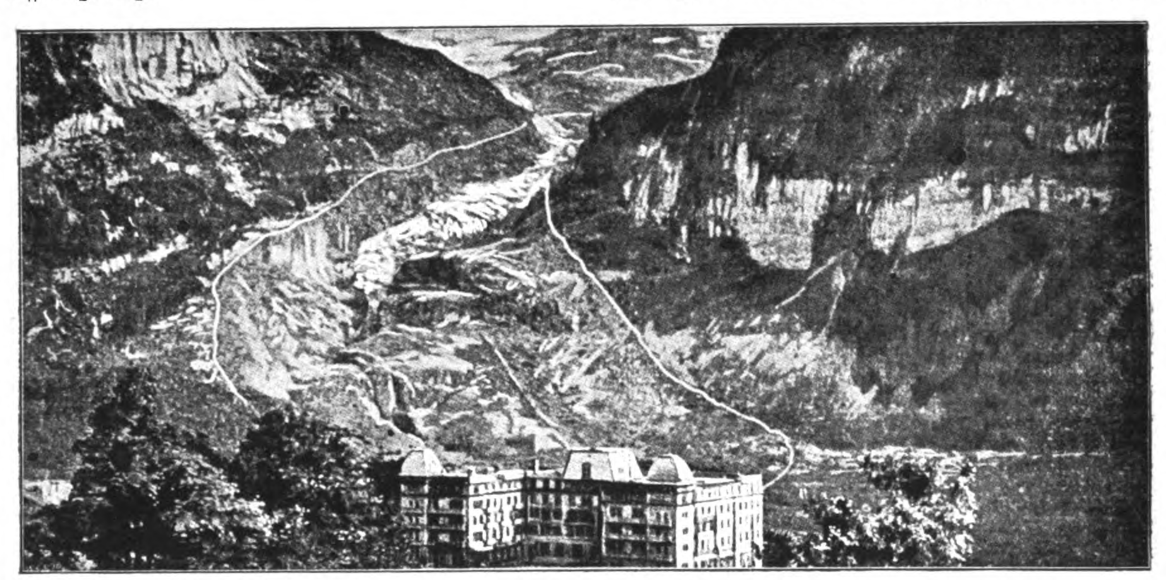
[1]) S. Annalen der Naturphilosophie, Band I, 1902, Heft 3.

Granitgeschiebe der Eiszeitmoränen liefern das Material zu unserem Straßenpflaster, zu Mauern, Domen und Rathäusern; den Sand der Gletscherbäche verarbeiten die Glashütten zu klarem Kristall; in den Flußtälern, welche die rauschenden, längst versiegten Gletscherwasser gegraben, bewegt sich ein gut Teil unseres Schiffahrtsverkehrs; die klaren Seen, die der Gletscherschutt aufstaute, liefern uns schmackhafte Fische — diese und viele andere Wohltaten sind, abgesehen von den zahllosen Spuren jener Erdepoche, den gewaltigen, bergähnlichen Moränenzügen, den Gletscherschrammen, den Riesenkesseln, die Ursache, weshalb wir der Eiszeit fortgesetzt so großes Interesse entgegenbringen. Fast jedes Jahr bringt einen neuen Erklärungsversuch, und neben dem oben skizzierten ist ein zweiter zu verzeichnen, der zu ganz anderen Ergebnissen gelangt.

Angeregt durch ihre Forschungen im vulkanreichen malaiischen Archipel, haben die Vettern Paul und Fritz Sarasin eine Hypothese aufgestellt, welche die vulkanische Tätigkeit der Erde für das Auftreten der Eiszeiten verantwortlich macht. Sie nehmen an, daß die Eiszeit ein allgemeines, die ganze Erde gleichzeitig betreffendes Phänomen gewesen sei — was nicht zutreffend sein dürfte — daß die Verteilung von Land und Wasser und der Verlauf der Meeresströmungen dem gegenwärtigen Zustande ungefähr geglichen habe, und daß die klimatischen Unterschiede zwischen den Zonen ungefähr die gleichen waren wie jetzt. Aus der Lage der Linie ewigen Schnees in der Eiszeit hat man berechnet, daß eine Temperaturabnahme um etwa 6° C. — andere Autoren tun es schon mit 3 bis 4° Erniedrigung der Durchschnittswärme — genügte, um die Erscheinungen der Glazialepoche herbeiführen.

Unsere Forscher werfen nun die Frage auf: Gibt es eine Ursache, die im stande ist, die Sonnenwärme auf lange Zeit über der ganzen Erdoberfläche um etwa 4° C. abzuschwächen und zugleich eine Steigerung der Luftfeuchtigkeit hervorzurufen? Sie glauben eine solche Ursache in den aus vulkanischem Staube bestehenden Höhenwolken gefunden zu haben.

Auf diesen Gedanken brachte sie wohl die Eruption des zwischen Sumatra und Java gelegenen Krakatau-Vulkans im Sommer 1883. Die auf 16 bis 20 Kubikkilometer berechneten Auswurfsmassen dieses Vulkans wurden bis über 40 Kilometer in die Höhe geschleudert, dort von Luftströmungen erfaßt und zwei- bis dreimal um die Äquatorzone getrieben. Beim Herabsinken von anderen Luftströmen ergriffen, breitete der Vulkanstaub sich auch über die gemäßigten Zonen aus und hüllte allmählich den ganzen Erdball in großer Höhe mit einem dunstigen Schleier ein, in welchem sich die vielbewunderten, prachtvollen Dämmerungsfarbenspiele der dem Ausbruch folgenden Jahre abspielten. Dieser Schleier hatte eine hemmende Wirkung auf die Licht- und Wärmestrahlen der Sonne und erzeugte, da die Stäubchen auch als Kerne für die Verdichtung von Wasserdampf dienen, vermehrte Wolken- und Nebelbildung, so daß die Zeit der Dämmerungserscheinungen auch eine Periode relativ hoher Luftfeuchtigkeit war.

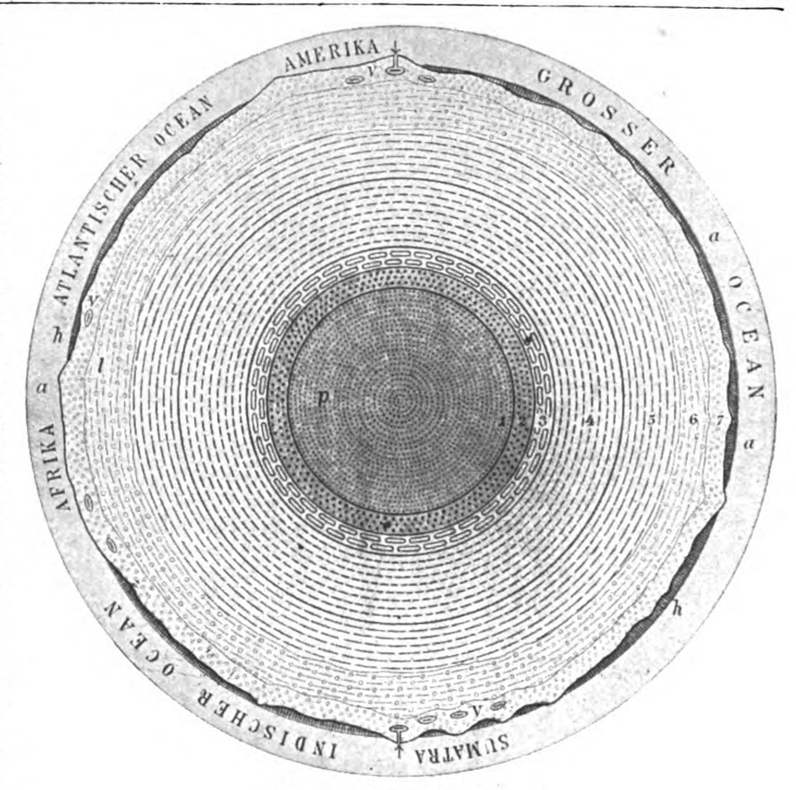


Der Grindelwaldgletscher 1895 (die weißen Linien zeigen seinen Rückgang seit 1858).

Sehen wir uns nun nach einer Zeit hochgesteigerter vulkanischer Tätigkeit um, so fällt unser Blick auf das Ende der Tertiärperiode, welches sich durch die Entstehung zahlreicher, mächtiger Einbrüche am Rande der bestehenden Kontinente auszeichnet. Diese Periode des Einbrechens und Absinkens großer Erdschollen muß auch von gewaltigen, lange dauernden vulkanischen Ausbrüchen begleitet worden sein, mit denen verglichen die heutige Vulkantätigkeit wie ein Kinderspiel erscheint. Das Zusammenwirken einer größeren Anzahl solcher Feuerherde und eine beständige Ablösung der erlöschenden durch neu erwachende genügte nach der Meinung unserer Gewährsmänner, um den infolge der Schwere rasch zu Boden sinkenden Staub- und Aschenmantel beständig zu erneuern.

Genügend dicht geworden, mußte er sowohl ein Sinken der Temperatur durch Aufsaugen der Sonnenwärme als auch zugleich eine bedeutende Steigerung der Feuchtigkeit und der Niederschläge auf der ganzen Erdoberfläche zur Folge haben. Damit wären dann die Bedingungen zum Eintritt der auf die Tertiärperiode folgenden Eiszeit gegeben, und die beiden Forscher glauben sich zu dem Satze, der wohl nicht unangefochten bleiben wird, berechtigt: „Feuerzeiten der Erde werden demnach von Eiszeiten kausal begleitet.“ Für ihre Theorie spreche auch der Umstand, daß frühere Perioden heftiger vulkanischer Tätigkeit wie das Ende der Steinkohlenzeit und die Zeit der Permformation ebenfalls Eiszeitspuren in Gestalt von ungeschichteten Geschieben, Politur und Schrammung von Felsen hinterlassen haben.

Welche Hypothese zur Erklärung der Eiszeiterscheinungen aber auch schließlich siegen wird, einen Fortschritt bedeuten sie schon insofern gegen früher, als mit ihnen das Gebiet außerirdischer Erklärungsursachen, welche sich jeglicher Kontrolle durch die Wissenschaft entziehen, hoffentlich für immer verlassen ist.



Schematische Übersicht des Erdinnern.

Die Geheimnisse des Erdinnern.

Das Jahr 1902 verspricht durch die Zahl und Großartigkeit seiner Naturkatastrophen zu den ereignisreicheren zu gehören. Zwei gewaltige Erschütterungen — Schemacha und Martinique — nebst einer großen Anzahl kleinerer Beben und Eruptionen beweisen, daß Mutter Erde noch lange nicht den Jahren kraft- und tatenlosen Greisentums verfallen ist. In der Zeit solcher Katastrophen erwacht bei uns besonders lebhaft der Wunsch, zu erfahren, wie es in den Tod und Verderben speienden Tiefen der Erde denn eigentlich aussieht.

Leider haftet unsere Weisheit hier im wahren Sinne des Wortes an der Oberfläche. Stellen wir uns vor, wir wünschten über die innere Beschaffenheit einer faustgroßen Kugel etwas zu erfahren, dürften aber zu dem Zwecke nichts mit ihr vornehmen, außer etwa ihre Oberfläche ganz leicht mit einer feinen Nadel ritzen. In dieser Lage befinden wir uns der Erdkugel gegenüber; denn die größten durch Grabungen und Bohrlöcher erreichten Tiefen überschreiten nur in einem einzigen Falle 2000 Meter Teufe ein wenig. Wenn wir der gewöhnlichen Annahme folgen, daß die Wärme der Erdrinde für je 33 Meter abwärts um 1° C. zunimmt, so müßten in etwa 66 Kilometer Tiefe bereits alle Gesteine geschmolzen sein und 84 Kilometer unter der Oberfläche die höllische Hitze von 2500° C. herrschen. Nehmen wir nun die Mächtigkeit der festen Erdrinde, der sogenannten Lithosphäre, auf rund 66 Kilometer an, so ist das etwa der 100. Teil des Erdhalbmessers; wenn wir die Erde in einem Globus von 2 Meter Durchmesser nachbilden, so müßten wir diese seine Rinde 1 Zentimeter stark machen. Von dieser vermutlichen Dicke **kennen** wir nun aber nur ein Dreiunddreißigstel. Hinsichtlich der übrigen $^{32}/_{33}$ sind wir auf Verstandesschlüsse und Hypothesen angewiesen, und für den eigentlichen Erdkern schien der Phantasie der freieste Spielraum gelassen.

Aber der Mensch weiß sich zu helfen. Eine nicht zu verachtende Einsicht in die physische Beschaffenheit des Erdinnern gewährt die genaue Ermittlung der **Dichte der Erde**, d. h. ihres Gewichtes oder ihrer Schwere verglichen mit dem Gewicht einer ebenso großen Wasserkugel. Auf die Bestimmung der Erddichte ist deshalb seit langer Zeit unendliche Mühe und Sorgfalt verwandt worden, und als der beste bisher ermittelte Wert dieser Dichte darf die Zahl 5·60 gelten, welche uns sagt, daß die Erdkugel $5^{6}/_{10}$mal so schwer wie eine gleich große Wasserkugel ist. Das muß uns eigentlich in Erstaunen setzen; denn die Dichte der Stoffe, welche den uns bekannten Teil der Erdrinde zusammensetzen, ist weit geringer. Das spezifische Gewicht der kristallinischen Gesteine, z. B. des Gneises, Syenits, Granits, Porphyrs, beträgt nur 2·5 bis 2·7; die geschichteten Gesteine, Kalk, Sandstein, Schiefer u. a., sind gleichfalls nur 2·5- bis 2·8mal so schwer wie das von ihnen verdrängte Quantum Wasser. Da auch die einzelnen Bestandteile dieser Gesteine ähnliche Zahlen aufweisen, so kann die Dichte der Erdrinde auf höchstens 2·8 bewertet werden. Daraus geht her-

vor, daß die Dichte des Erdkerns den Wert von 5·6 noch beträchtlich übersteigen muß, daß sich also im Innern der Erde die schwersten Massen, besonders Metalle, befinden müssen.

Außer der ungeheuren Hitze, die man für das Erdzentrum, sicherlich zu hoch, auf 100.000° berechnet hat, und der großen Dichte kommt für die Beschaffenheit des Erdinnern als dritter Punkt noch der gewaltige Druck der sich stetig abkühlenden und dabei zusammenziehenden Erdrinde in Betracht. Da wir seit geraumer Zeit wissen, daß selbst die sogenannten permanenten Gase, welche früher jedem Verflüssigungsversuche widerstanden, durch großen Druck in den flüssigen, ja sogar in den festen Zustand übergeführt werden können, wie flüssiger Sauerstoff und feste Kohlensäure zeigen, so könnte man annehmen, daß die Stoffe des Erdinnern sich in festem oder mindestens flüssigem Zustande befinden. Dem widerspricht jedoch die Entdeckung, daß bei gewissen, je nach dem Gase verschieden hohen Temperaturen kein auch noch so hoher Druck das Gas mehr zu verflüssigen vermag. Man nennt die Temperatur, bei der die Wirkung des Druckes aufhört, den kritischen Punkt des Gases, und es dürfte kaum einen Körper geben, dessen kritischer Punkt nicht geringer wäre als die Hitze im Erdinnern. Daraus würde folgen, daß das Erdzentrum von einer Gaskugel überkritischen Zustandes gebildet wird, und zwar dürften die Gase infolge des großen Druckes, der von der Erdrinde aus auf sie wirkt, die Dichte flüssiger, selbst fester Körper besitzen. Weiter nach außen werden diese von allen uns bekannten Gasarten völlig verschiedenen Gase infolge der abnehmenden Hitze tropfbarflüssig, endlich dickflüssig werden und in den teigartigen Zustand übergehen, welchen man als Magma bezeichnet. Dicht unter der starren Rinde geht das Magma in den festen Aggregatzustand über, ist aber infolge des dort noch herrschenden Druckes nicht völlig erstarrt, sondern behält immer noch die Möglichkeit der Formveränderung oder bleibt latent plastisch.

Auf das dickflüssige Magma führte man früher die vulkanische Tätigkeit der Erdoberfläche zurück. Gegenwärtig erscheint es physisch unmöglich, daß irgendwo eine Bruchspalte von der Oberfläche unseres Planeten durch die starre Rinde und die darunter folgende plastische Zone bis zum flüssigen Innern reiche und diesem den Weg nach oben offen halte. Um das Hervorquellen der feuerflüssigen Laven und den Auswurf der übrigen vulkanischen Produkte erklären zu können, nimmt man neuerdings an, daß infolge der ungleichmäßigen Erstarrung der äußeren Erdschichten zahlreiche mit Magma erfüllte Höhlungen oder Herde in der Erdrinde zurückgeblieben sind, eine Erscheinung, die sich auch im kleinen bei Abkühlung und Erstarrung von Flüssigkeiten beobachten läßt. Diese in nicht allzu großer Tiefe durch die starre Erdrinde verteilten Magmaherde erklären manche vulkanische Eigentümlichkeiten so vorzüglich, daß gegen ihre Annahme kaum noch erhebliche Einwände gemacht werden, obwohl sie selbstverständlich noch niemand gesehen hat. Auf die Wirkung dieser Magmaherde werden wir noch zurückkommen.

Schemacha und Martinique.

Die Beben und Eruptionen des Jahres 1902 sind wohl geeignet, in leicht erregbaren Gemütern das Gefühl der Unsicherheit und Angst hervorzurufen; gewinnt es doch zeitweise tatsächlich den Anschein, als ob wir auf einem überheizten Dampfkessel lebten. Wenn wir trotzdem der Mehrzahl nach so unbekümmert und sorglos unseren Tagesgeschäften nachgehen, so rechtfertigt sich das durch die Gewißheit, daß dieser Kessel seine Sicherheitsventile besitzt, die es nicht zum Platzen kommen lassen. Übel dran sind freilich diejenigen, welche unweit eines solchen Ventils oder gar auf ihm sitzen, besonders wenn es durch lange Ruhe völlig eingerostet und unkenntlich geworden ist, wie der Vesuv vor der Verschüttung Pompejis. Schemacha und Martinique stellen zwei bekannte Ventile vor, und wenn nicht der Mensch die Warnungen der Natur sträflicherweise in den Wind zu schlagen und sich gerade auf den gefährdeten Stellen wieder anzubauen pflegte, wären die Katastrophen vom 13. Februar 1902 und vom 8. Mai desselben Jahres nicht mit so schrecklichen Opfern verknüpft gewesen.

Das Erdbeben von Schemacha hat sich vor dreißig Jahren fast genau in derselben Weise und mit denselben Verlusten abgespielt wie am 13. Februar 1902. Die an den südöstlichen Ausläufern des Kaukasus etwa 100 Kilometer von Baku, dem berühmten Petroleumgebiete, entfernt liegende Stadt zählte ungefähr 35.000 Einwohner und bestand aus dem auf einem niedrigen Hügel stehenden Europäerviertel und der am Fuße des Hügels erbauten Tatarenstadt. Ganz unvorbereitet ließ sich plötzlich ein furchtbares Rollen wie von einem starken Donner hören, dem das Erdbeben unmittelbar folgte. Zuerst zitterte der Boden so heftig, daß man kaum stehen konnte. Dann geschah, ebenso unvermittelt wie das Donnergerolle, etwas Furchtbares. Mit schrecklichem Krachen wurde die ganze mohammedanische Stadt in die Höhe geschleudert. Die in die Luft geschleuderten Häuser wurden zusammengequetscht und schienen kreiselartig hin- und herzuwirbeln, bis sie mit lautem Knall als formlose Masse an ihren früheren Platz zurückfielen. Einen Moment Todesstille! Dann erhoben sich dicke, gigantische, übelriechende Staubwolken, die stundenlang die Sonne verdunkelten und wie ein Leichentuch über den Trümmern lagerten. Die noch lebend entkommenen Einwohner waren wie toll vor Schrecken, in wilder Flucht stürzten sie aus der Stadt. Da das Wetter kalt war, brannten in jedem Hause Pfannen mit glühenden Kohlen, und dem Zusammensturz der Häuser folgte eine Feuersbrunst, deren aus den Ruinen emporzüngelnde Flammen die Panik so steigerten, daß manche der Überlebenden den Verstand verloren.

Als am 28. Januar 1872 die unglückliche Stadt durch eine fast ebenso starke Erderschütterung betroffen und vollständig zerstört worden war, veröffentlichte der russische Staatsrat Moritz, der Direktor des physikalischen Observatoriums in Tiflis, seine Ansicht über die Katastrophe dahin, daß sehr wahrscheinlich Schemacha auch ferner von Erdbeben



heimgesucht werden und daß diesen ein allmähliches Sinken, vielleicht sogar ein plötzliches Versenken folgen könne. Er suchte die Ursache der dortigen Beben nicht in vulkanischen Hebungen, sondern in Einstürzen im tieferen Innern der Erde. Instrumente würden eine bevorstehende Erderschütterung niemals anzeigen können. Seine Warnungen haben, wie die neueste Katastrophe zeigt, nichts gefruchtet. Ob vulkanische Mitwirkung bei den Bewegungen von Schemacha völlig auszuschließen ist, erscheint im Hinblick auf die zahlreichen kleinen Vulkane, die längs des Kaspischen Meeres und besonders im Bakuer Kreise liegen, doch fraglich. Die Lavareste an ihren Abhängen und gelegentliches Auswerfen von Sand und Steinen lassen die eigentliche Natur dieser niedrigen, von den Tataren als „Achtarma" bezeichneten Kegel nicht in Vergessenheit geraten. Seit acht Jahren war der etwa zwei Werst nordwestlich vom Dorfe Kobi gelegene 700 Meter hohe Gusi-Gran ruhig gewesen; am 15. Mai 1902 hörte man starke Detonationen wie beim Abfeuern großer Geschütze, die Umgegend hüllte sich plötzlich in dichten Staub und dann zeigte sich ein Feuermeer, welches dem Gipfel des Berges zu entquellen schien. Zugleich regnete es glühenden Sand und Steine. Obwohl der Ausbruch, der einigen Schafherden verderblich wurde und den Hirten schwere Brandwunden zufügte, kaum fünf Minuten dauerte, war die Gegend noch tagelang von atemraubenden Schwefelgasen erfüllt.

Mit Sicherheit läßt sich ein Zusammenhang zwischen derartigen Ausbrüchen und dem Erdbeben von Schemacha natürlich ebensowenig feststellen wie der vielfach behauptete Einfluß dieser Eruption vom 15. Mai oder gar des Ausbruches auf Martinique auf die merkwürdige plötzliche Veränderung der berühmten Quellen von Teplitz-Schönau. Hier zeigte sich das Thermalwasser ganz unvermittelt rotbraun gefärbt und mit Ocker gesättigt, so daß die gefüllten Reservoirs entleert werden mußten. Erst nach einer Stunde schoß das Wasser wieder in normaler Klarheit aus den Schächten hervor. Dasselbe geschah bekanntlich einige Stunden nach dem berühmten Erdbeben von Lissabon am 1. November 1755. Fast zur selben Stunde geriet auch das Wasser des unweit Salzungen gelegenen Burgsees in Thüringen in heftigste wallende Bewegung. Ob in diesen Fällen der Zufall seine merkwürdige Rolle gespielt hat, oder ob tatsächlich die physikalischen Wirkungen eines Erdbebens sich über so ungeheure Entfernungen erstrecken können, muß der Entscheidung der Zukunft vorbehalten bleiben.

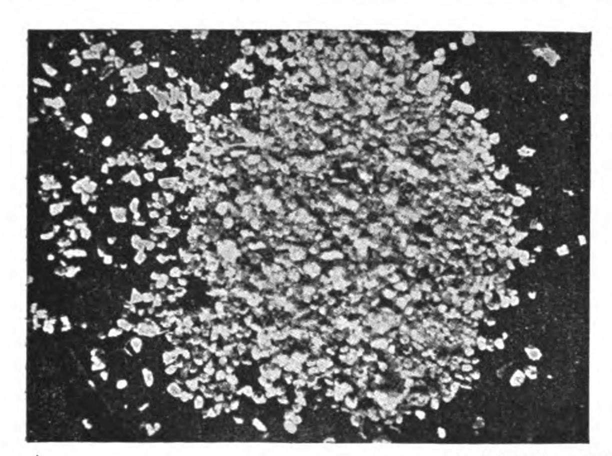
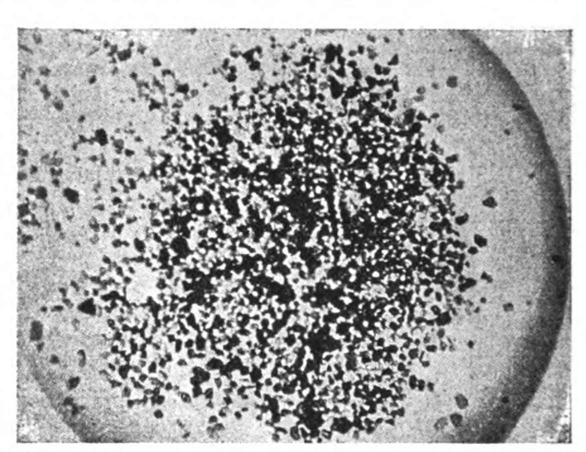
In zwei aufeinander folgenden Jahren hat sich nun schon die Umgebung des nordägäischen Meeres, eines sehr alten Einsturzbeckens, kräftig gerührt. Am 31. März 1901 wurde ein ziemlich starkes Erdbeben in Katania, Benevent, Rom, Florenz, Padua und Konstantinopel wahrgenommen, am stärksten in letzterer Stadt, wo der Erdstoß im Palais Dolma Bagdsche unter den zum Beiramfest um den Sultan Versammelten beinahe eine verhängnisvolle Panik verursacht hätte: ein Attentat der Unterirdischen! Am 2. April wiederholte sich das Beben in Südungarn; am stärksten machte es sich zwischen Belgrad und Temesvar bemerkbar, wo die Kaminessen auf die Straße stürzten und die Mauern zahlreicher Häuser Risse zeigten. Vom 21. Juni 1902 ab wurden in Saloniki und Umgegend, besonders in dem drei Stunden von der Stadt entfernten Dorfe Guvezno, starke Stöße gefühlt, die zahlreiche Bauten im griechischen und türkischen Revier der Stadt zerstörten und in Guvezno eine heiße Quelle entstehen ließen. Am 28. Juni ereigneten sich die stärksten Erschütterungen; nach einem um 4 Uhr 21 Minuten erfolgenden Erdstoße begann der Boden zu dampfen, aus vielen Rissen stieg siedendes Wasser empor, und einem Felsen entsprang die neue, über 40° C. heiße Thermalquelle, welche alsbald den Ort als 20 Meter breiter Bach in zwei Hälften teilte.

Die bisher berührten Ereignisse traten vor dem Entsetzen, welches die Kunde von der schrecklichen Katastrophe auf der westindischen Insel Martinique verbreitete, völlig in den Hintergrund. Diesem Unglück ging ein heftiges Erdbeben in Mittelamerika voraus, welches am 18. April 1902 die Stadt Quetzaltenango im



Umkreis des Erdbebens von Guatemala.

westlichen Guatemala nebst zahlreichen kleineren Ortschaften vernichtete und gegen 15.000 Menschen den Tod brachte. Die seitdem gesteigerte Tätigkeit der Vulkane Chingo und Santa Maria in demselben Staate scheinen den vulkanischen Charakter dieses Bebens anzudeuten. Schon fünf Tage später ließen sich in St. Pierre, dem Haupthafen der fast 1000 Quadratkilometer großen, sehr stark bevölkerten Insel Martinique, Detonationen hören, und am 24. April stiegen die ersten auffälligen Dampfsäulen von dem 1350 Meter hohen, nur eine Meile von der Stadt entfernten Vulkan Mont Pelé empor. Obwohl sich an den beiden folgenden Tagen in der Gegend kleiner seitlicher Nebenkrater eine neue Öffnung bemerken ließ, welche viel Schlamm auswarf, ahnte doch noch niemand eine Katastrophe. Vom 2. Mai an fanden in rascher Folge Aschenausbrüche statt, der Berg hüllte sich in Nebel, Erdbeben stellten sich ein und die Explosionen am Vulkan häuften sich. Am 5. Mai ergoß sich durch eine seitliche Schlucht des Vulkans ein verheerender Schlammstrom, 200 Meter breit und 10 Meter hoch, ins Meer, auf seinem Wege zwei Rumfabriken mitsamt ihren Insassen vernichtend. Nachdem er den 5 Kilometer langen

Auf Barbados gefallene Vulkanasche.

Weg bis zum Meere in etwa drei Minuten zurückgelegt, stürzte er mit solcher Wucht in die See, daß der Hafen von St. Pierre überflutet wurde. Die Furcht trieb unglücklicherweise viele Menschen vom Lande in die Stadt, deren Straßen mit Asche wie mit frischgefallenem Schnee bedeckt waren.

Am 7. Mai nachmittags erfolgten an dem Vulkan neun bis zehn schwere, dumpfe Explosionen. Am Morgen des 8. Mai, des Himmelfahrtstages, erhoben sich zwischen $6\frac{1}{2}$ und 7 Uhr am Berge weiße Dampfmassen, welche die Bildung eines neuen Kraters unterhalb des Gipfels anzudeuten schienen. Kurz vor 8 Uhr erfolgte dann plötzlich die furchtbare Explosion, welche die Stadt in Trümmer legte, gegen 40.000 Menschenleben vernichtete und den paradiesischen Landstrich südlich vom Mont Pelé in eine Wüste verwandelte. Einer der wenigen überlebenden Augenzeugen, Kapitän Freeman von dem Dampfer „Roddam", der sein Schiff aus dem Hafen zu retten vermochte, schildert die Katastrophe mit folgenden Worten: „Die Explosion klang dumpf und schwer. Ich sah nach dem Berge hin und bemerkte, wie sich seine Seite öffnete und eine große schwarze Wolke herausquoll, die auf St. Pierre zurollte. Der Anblick war furchtbar und faszinierend. Ich mußte an eine Katze denken, die eine Maus beschleicht. Als die Wolke sich der Stadt näherte, wurde sie größer und größer und nahm eine fächerförmige Gestalt an. Es schien mir kaum eine Minute seit der Explosion verstrichen zu sein, als die Wolke schon über die Bai dahinfegte und die ‚Roddam' traf. Das Schiff legte sich auf die Seite, als wenn es von einer Riesenhand geschlagen worden wäre. Wären die Luken offen gewesen, so wäre das Schiff sicher gesunken."

Dieser Sturmwind kann kein Tornado gewesen sein, wie wohl angenommen worden ist, sondern war eine Folge der Explosion des Kraters. Die Anfangsgeschwindigkeit der dem Berge entweichenden Gase und Auswurfsmassen muß etwa doppelt so groß gewesen sein wie diejenige eines aus einem modernen Geschütze gefeuerten Geschosses, d. h. mehr als 1000 Meter in der Sekunde. St. Pierre lag am 8. Mai sozusagen vor der Öffnung eines Riesengeschützes, welches zerstäubte Lava, noch halb flüssige weißglühende Schlacken und heiße Gase ausspie. Letztere werden derselben Art gewesen sein, wie sie auch sonst bei Eruptionen auftreten, nämlich Wasserdampf, Salzsäure und Schwefelwasserstoff. Die beiden letzteren, bekanntermaßen giftig und hier noch dazu glutheiß, bildeten wohl minutenlang die Atmosphäre, die anfangs mit vollen Lungen eingeatmet wurde. Ebenso mußten die mit diesen Gasen durchfeuchteten Aschenmengen, die ja mit eingeatmet wurden, tödlich wirken. Aus Fort de France schrieb ein Kaufmann nach Paris: „In St. Pierre hat das Feuer alles vernichtet, aber nicht ein gewöhnliches Feuer, sondern gewissermaßen ein Strahl glühenden Gases von ungeheurer Temperatur". Die Bevölkerung ist also durch einen heißen, giftigen Schwaden versengt und erstickt worden, und darin besteht das Neue und Unerhörte des Ausbruches auf Martinique und vielleicht auch desjenigen auf St. Vincent.

Auch auf dieser südlich von Martinique gelegenen kleineren Insel waren schon im Februar Erderschütterungen, seit dem 20. April unterirdisches Getöse wahrgenommen worden. Am 5. Mai bemerkte man hier die ersten Anzeichen wiederbeginnender Tätigkeit der Soufrière, des 1235 Meter hohen Vulkans im nördlichen Teile der Insel. Am 7. und 8. Mai erreichten auch auf St. Vincent die Explosionen ihren Höhepunkt. Der Geistliche Darrell, welcher den Ausbruch vom 7. Mai in der Nähe von Chateaubelair, 8 Kilometer südlich von der Soufrière, beobachtete, entwirft davon folgendes Bild: „Wir wollten uns schleunigst auf unseren Beobachtungsposten begeben, als eine riesige, dunkle, undurchdringliche, von vulkanischem Material erfüllte Wolke sich über unseren Weg senkte, indem sie uns am weiteren Vordringen hinderte und uns warnte, noch weiter zu gehen. Diese mächtige Bank von schwefligem Dampf und Rauch nahm bald die Gestalt eines riesigen Vorgebirges an, dann wieder erschien sie als ein Haufwerk quirlender und sich wälzender Wolkenwirbel, die sich mit furchtbarer Geschwindigkeit drehten, bald die Form eines kolossalen Blumenkohls bildeten, bald sich zu schönen Blumengestalten entwickelten, einige dunkel, einige glänzend, andere perlmutterschimmernd, alle prächtig durchleuchtet von elektrischen Blitzen. Bald indessen



umhüllte uns Finsternis; die schweflige Luft war beladen mit feinem Staub, der in dicken Massen auf und um uns niederfiel und das Meer trübte. Ein schwarzer Regen begann zu fallen, gefolgt von einem anderen Regen von Asche, Lapilli und Schlacken. Die elektrischen Blitze hatten außerordentlich starke Zuckungen, sie waren über alle Vorstellung zahlreich. Sie mitsamt dem donnernden Getöse des Berges, gemischt mit dem schrecklichen Geräusch der Lava, die Erdstöße, die fallenden Steine, die enormen Massen des von dem brüllenden Krater ausgeschleuderten Materials, die unheimliche Gewalt des Berges, die jeden Augenblick zunahm, das alles vereinigte sich zu einer Szene des Schreckens."

Die Bevölkerung der in der Nähe des Vulkans gelegenen Ortschaften und Plantagen, über 1600 Menschen, wurde vernichtet und ganz besonders verhängnisvoll wurden die Ausbrüche des 7. und 8. Mai dem kleinen Reste von Ureingeborenen auf St. Vincent, den Kariben. Die Asche des Vulkans erreichte in wenigen Stunden Barbados und überzog diese Insel in einem halben Tage mit einer etwa 1 Zentimeter dicken Schicht, so daß auf ganz Barbados etwa 2 Millionen Tonnen Asche, d. i. ein Würfel von 93 Meter Seitenlänge, abgesetzt wurden. Die Aschensäule über der Soufrière soll sich etwa 15 Kilometer hoch erhoben haben. Man hörte das Brüllen des Vulkans noch auf der 300 Kilometer entfernten Insel Trinidad, ja sogar zu Guanoko am Orinoko, 420 Kilometer von St. Vincent entfernt. Da die Ausbrüche sich sowohl auf Martinique wie auf St. Vincent bis in den Herbst des Jahres 1902 wiederholt und neue beträchtliche Opfer an Menschenleben und Habe gefordert haben und weiterhin zu fordern drohen, so wäre die vorgeschlagene Räumung der beiden Inseln das beste Mittel, ferneren Schreckensszenen vorzubeugen.

Die Erderschütterer.

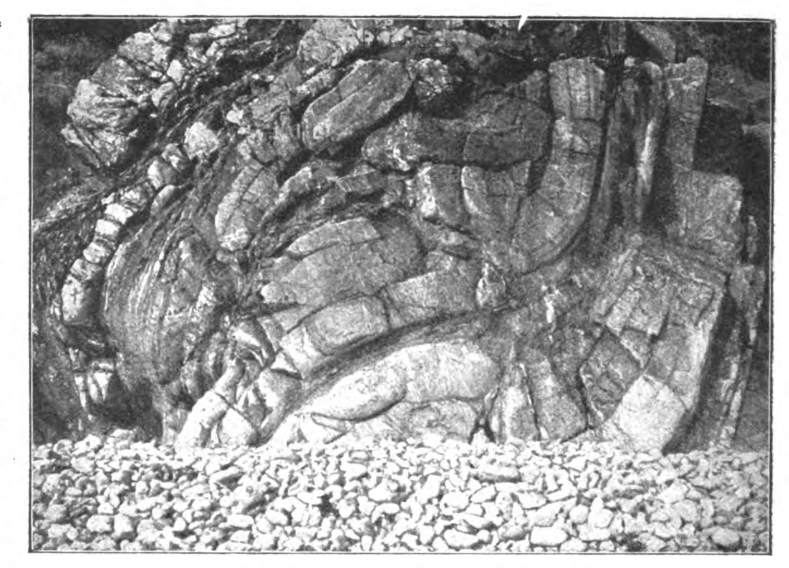
Wenn vor zwei bis drei Jahrtausenden im gesegneten Lokris oder auf der rinderreichen Euböa die Erde zitterte und bebte, so war's der Erderschütterer Poseidon, der sie im Zorn mit dem gewaltigen Dreizack bearbeitete, und wo seine Tätigkeit nicht ausreichend erschien, schob man die Schuld den rußigen Zyklopen in der Esse des Hephästos zu. Auch heute, wo dergleichen Erklärungen eigentlich — wir sind doch so gebildet — ausgeschlossen sein sollten, kommen sonderbare Hypothesen zu Tage. Eine der originellsten hat kürzlich anläßlich der Antillenkatastrophe ein New-Yorker Negerprediger in einer Predigt gegen die Trusts geleistet. „Als Gott" — so erzählte er seiner Zuhörerschaft — „die Welt erschuf, da machte er auch das Erdöl, das zum Einfetten der Erdachse bestimmt war. Nun haben aber die geldgierigen Menschen, besonders Rockefeller und seine ‚Standard Oil Company', der Erde so viel Petroleum entzogen, daß nicht mehr genug Schmieröl auf der Erdachse vorhanden ist. Sie ist deshalb trocken geworden und hat sich heiß gelaufen. Dadurch kam eine Stockung in die Drehung der Erde, und so sind die neuesten vulkanischen Störungen durch die Trusts verursacht worden." Hätte der gute Mann gewußt, daß nicht weit von Schemacha auch auf Petroleum gebohrt wird, so hätte ihn das gewiß mächtig in seiner Überzeugung gestärkt.

Die Geologie hingegen sucht die Ursachen der westindischen Katastrophe in einer weit entlegenen Erdepoche, deren Bewegungen bis in unsere Tage fortdauern. Die mehr als 3000 Kilometer lange Inselkette, die sich von dem Westkap Kubas bis zur Insel Trinidad erstreckt, ist der vielfach zerbrochene und zerstückelte Rest eines großen Faltungsgebirges, welches die Halbinseln Yukatan und Florida mit der Mündung des Orinoko verband. Der innere Rand dieser „Kordillere der Antillen" ist ganz jungvulkanischer Entstehung und Zusammensetzung; er ist nur noch auf den kleinen Antillen erkennbar, baut hier aber fast alle westlichen Inseln auf und trägt auf einzelnen noch tätige Vulkane, von denen seit der Entdeckung Amerikas St. Vincent, St. Lucia, Martinique, die Westhälfte von Guadeloupe und St. Christopher Ausbrüche erlebt haben.

Die Entstehung dieser Vulkanreihe erklärt man folgendermaßen: Vorzeiten war der Raum, den das heutige amerikanische Mittelmeer bedeckt, von einer Landmasse erfüllt, die das jetzige Nord- und Südamerika zu einem einzigen Festlande verband. Diese Erdscholle brach längs der „Kordillere der Antillen" ein und sank an den Bruchlinien langsam in die Tiefe, während von der Seite her das Meer eindrang. Die absinkende riesige Tafel übte einen gewaltigen Druck auf ihre glutflüssige Unterlage aus und preßte sie an der Bruchspalte empor, wo sie Vulkaninseln und Kraterkegel bildete. So sitzen also die Vulkane der kleinen Antillen auf einer Spalte der Erdkruste, was ihre reihenförmige Anordnung erklärt. Die Feuerberge einer solchen Spalte pflegen sich in der Tätigkeit abzulösen, und selbst benachbarte Kegel zeigen erfahrungsgemäß große Unabhängigkeit voneinander. Die Verschiebungen der Erdrinde, welche hier gegen Ende der Tertiärzeit begannen, scheinen noch nicht abgeschlossen; denn den Eruptionen auf Martinique ging anscheinend ein neues, die Magmaherde der Tiefe pressendes und ihren Inhalt herausdrückendes Absinken der Erdscholle voraus. Schon nach der Katastrophe vom 5. Mai 1902 will das französische Kabelschiff „Pouyer Quertier" an einer Stelle des Meeres, die früher 300 Meter Tiefe hatte, eine Senkung bis zu 2000 Meter festgestellt haben, und an den Küsten von Martinique hat sich die Bodengestalt stellenweise total verändert. Da auch die Vulkane des nördlichen Mittelamerika nach Ende der Tertiärzeit entstanden sind, so verdanken vielleicht auch sie ihre Entstehung dem Absinken der karibischen Riesenscholle, was einen Zusammenhang der Katastrophen von Guatemala und Martinique noch wahrscheinlicher machen würde. Die vorläufige Prüfung der Vulkanasche des Mont Pelé hat ergeben, daß die im Krater brodelnde Gesteinsmasse basaltischer Art ist und der ausgeworfene Aschenstaub die gleiche Beschaffenheit hat wie der des Jahres 1812. Abschließende Feststellungen über die unmittelbaren Ursachen der Katastrophe wird erst die eingehende Untersuchung

der Vulkane und die erneute Untersuchung der Tiefenverhältnisse des amerikanischen Mittelmeeres bringen können, worüber eine geraume Zeit vergehen dürfte.

Es ist schon oben darauf hingewiesen, daß man gegenwärtig den Ursprung der vulkanischen Auswurfsmassen nicht mehr in dem unter der Gesteinsrinde brodelnden Magma der Tiefe, sondern in vereinzelten, räumlich begrenzten Magmaherden innerhalb der festen Erdrinde sieht. Über die Entstehung dieser eingeschlossenen Glutflüsse hat sich vor kurzem Dr. Alphons Stübel, einer der vorzüglichsten Kenner der südamerikanischen Vulkane, ausgesprochen.[1] Als der glühendflüssige Erdball sich zuerst mit einer dünnen Hülle zu umkleiden begann, mußten an unzähligen Punkten Durchbrechungen und Wiedereinschmelzungen dieser ersten Rinde stattfinden. Erst mit dem Stärkerwerden der Hülle konnten eigentliche vulkanische Erscheinungen zu stande kommen, gewaltige Eruptionen der allmählich nach dem Erdzentrum hinabgedrängten feurigflüssigen Massen, wobei riesige Magmaströme auf die Oberfläche befördert wurden. Hier erstarrten diese Massen, von denen unsere Lavaströme nur niedliche Miniaturnachbildungen sind, an ihrer Außenseite, blieben dagegen im Innern glühend und zähflüssig, wurden von neuen Auswurfsmassen überschüttet und sahen sich am Ende dieser unendlich langen Erdbildungsperiode allseitig von der Panzerdecke, wie Stübel die übereinander geschichteten Lagen und Schichten der Eruptivgesteine nennt, eingeschlossen. Diese Panzerdecke stellt also keine in sich gleichartige (homogene) Gesteinsmasse dar, sondern setzt sich aus Erzeugnissen sehr verschiedener Ausbruchsepochen zusammen und birgt in sich eine unermeßliche Zahl von Magmaherden, die, verschieden an Größe und Lage, durch alle Schichten der Panzerdecke verteilt liegen, hier dicht, dort weniger eng benachbart. Alle vulkanischen Schöpfungen, die wir heute vor uns sehen, sind wahrscheinlich ohne Ausnahme auf die Tätigkeit dieser zerstreuten Herde zurückzuführen, obwohl es Stübel nicht ausgeschlossen erscheint, daß hie und da ein solcher Herd bis auf die Gegenwart mit dem tieferen Erdinnern in Verbindung geblieben ist.


Falte im Präcambrium an der Nordküste der Bretagne.

Die Dicke der Panzerdecke nimmt Stübel als eine sehr gewaltige an; dafür spricht schon die Mächtigkeit der über ihr lagernden, zumeist im Wasser abgesetzten sedimentären (geschichteten) Gesteinsmassen, deren Tausende von Metern hoch aufgetürmtes Material vollständig den Erstarrungsprodukten der Erdoberfläche, also der Panzerdecke, entstammt. Während man allgemein annimmt, daß die Aufrichtung der Gebirgssysteme größtenteils auf die Faltung der Erdrinde zurückzuführen sei und daß diese Faltung eine Folge der allmählichen Abkühlung des Erdinnern sei, hält Stübel es wegen der Mächtigkeit der Panzerdecke für ausgeschlossen, daß die Schrumpfung der unter ihr gelegenen Schichten ihre Kraftäußerung noch auf die geschichteten Gesteinsmassen der Erdoberfläche übertragen und die Aufrichtung und Faltung ganzer solcher Schichtensysteme zu Gebirgsketten bewirkt habe. Nur in der Panzerdecke selbst können sich Schrumpfungen, welche derart die Oberfläche umgestalten, vollzogen haben. Damit ist aber auch eine Einheitlichkeit des Schrumpfungs- oder Zusammenziehungsprozesses ausgeschlossen, weil die Panzerdecke nicht eine in sich gleichartige Gesteinsmasse darstellt, sondern aus Gliedern sehr verschiedener Ausbruchsepochen besteht, die sich nicht einheitlich bewegen. In dieser Ansicht, daß die Gebirgsfaltung nicht durch eine allgemeine gleichmäßig wirkende Kraft, sondern durch eine Menge einzelner zerstreuter Bewegungen hervorgebracht ist, begegnet Stübel sich mit dem Ingenieur Jan Dlabač. Dieser kommt in einer sehr interessanten und durchdachten Schrift[1] auf Grund des Studiums der böhmischen Kreideformation bei Jungbunzlau zu dem Ergebnisse, daß als Ursache aller baulichen Veränderungen der Erdkruste und vieler Erdbebenvorgänge bloße Verschiebungen der flüssigen Magmamassen unter ihr anzunehmen seien.

Dlabač versucht auch die Rolle des Wassers bei den vulkanischen und seismischen (Erdbeben-) Vorgängen zu ergründen und weist dem vielgeschmähten Element eine wichtige Stellung unter den erderschütternden Kräften an. Wenn wir uns die Wasserlosigkeit des Mondes und die anscheinende Wasserarmut unseres Nachbarplaneten Mars vergegenwärtigen, muß es uns wundernehmen, daß sich bis heute so gewaltige Wassermassen an der Erdoberfläche erhalten haben. Ge-

---

[1] A. Stübel, Ein Wort über den Sitz der vulkanischen Kräfte in der Gegenwart. 1901.

[1] Dlabač, Studien über die Probleme der Erdgeschichte. Jungbunzlau.



waltig nach menschlichem Maßstabe; denn zum Erdball verhält sich das Meer seiner Masse nach wie 1 zu 846. Das gesamte Ozeanwasser könnte deshalb mit Leichtigkeit in der Erdrinde verschwinden, und es ist merkwürdig, daß dies im Laufe der verflossenen Millionen von Jahren nicht schon längst geschehen ist. Vielleicht ist der Meeresboden für Wasser schwerer durchlässig als die Festlandsmasse. Die ersten kürzlich auf offener See angestellten Schweremessungen haben gezeigt, daß die Schwerkraft auf dem Ozean gleich groß mit der im Innern der Kontinente ist, während man bei der beträchtlich geringeren Schwere des Wassers voraussetzen mußte, sie werde geringer als auf dem Lande sein. Die Gleichheit der Schwere läßt sich nur erklären, indem wir annehmen, daß die Erdkruste unter dem Ozean beträchtlich dichter ist als unter den Festländern. Diese größere Dichtigkeit würde also die Wasseraufsaugung wenigstens verzögern. Hemmen jedoch könnte sie sie nicht; denn, wie Dlabač betont, es gibt kein Gestein, welches durchaus und unter allen Umständen für Wasser undurchdringlich ist, und selbst die geringste Durchlässigkeit des Meeresbodens hätte genügt, um im Verlauf der schier unermeßlich langen geologischen Zeiträume die ozeanischen Wassermassen zum völligen Einsickern in die Erdkugel zu bringen.

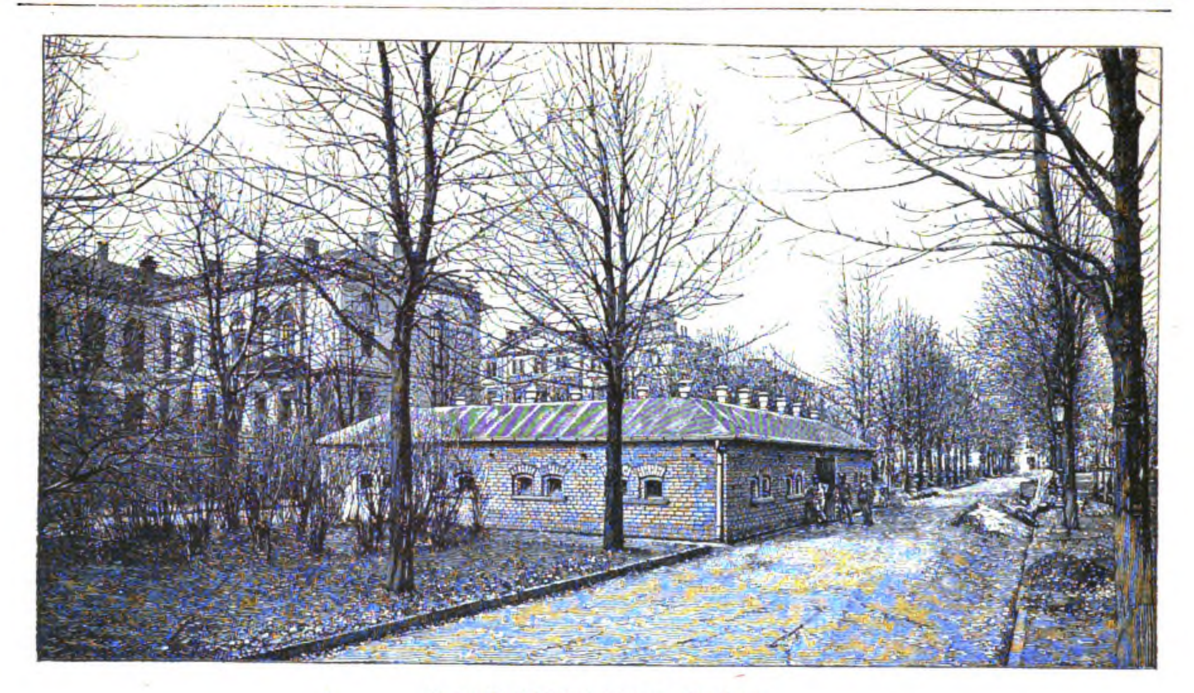
Die Ursache des ungemein langsamen Nachsickerns sieht Dlabač in einer Art Sättigung der Erdrinde mit Wasser. „Wir müssen annehmen," sagt er, „daß in der Tiefe der Erde das Wasser allgemein verbreitet ist, welches die Gesteinsmassen durchdringt und die Spalten und Klüfte in der Erdrinde ausfüllt, und es dürften die im Innern der Erde vorhandenen Grundwassermengen die sichtbaren, in den Meeren angehäuften Wasserquantitäten übersteigen." Über den Gas- und Wassergehalt von Gesteinen hat der französische Forscher Armand Gautier neuerdings höchst interessante Forschungen angestellt. Er fand, daß ältere Eruptivgesteine, besonders die Granitarten, ein Gasgemisch ähnlich den vulkanischen Gasen entweichen lassen, sobald man diese Gesteine auf 300° und darüber erhitzt. Das Wasser braucht keineswegs der Oberfläche zu entstammen, sondern die feurigen Gesteine enthalten genügende Mengen desselben. Ein Kubikmeter Granit läßt, auf 1000° erhitzt, das 20fache seines Volumens an verschiedenen Gasen und das 89fache Volumen an Wasserdampf ausströmen. Daß nun diese Wassermassen der großen Tiefe trotz der dort herrschenden Hitze nicht ins Sieden geraten, wird durch zwei Umstände verhindert. Mit der Wärme steigert sich die Fähigkeit des Wassers, mineralische Stoffe, mit denen es in Berührung kommt, aufzulösen und sich damit zu sättigen. Je größer aber die Menge der aufgelösten Stoffe ist, desto schwieriger gerät die damit gesättigte Flüssigkeit ins Sieden. Ferner verzögert auch der hohe Druck, unter dem das Wasser in großer Tiefe steht, den Eintritt des Siedens. Es ist also anzunehmen, daß allgemein das Wasser in der bedeutenden Tiefe, bis zu welcher es überhaupt gelangen kann, trotz der dort herrschenden großen Hitze sich in tropfbarflüssigem Zustande befindet, aber nahe jener Grenze, bei der es in den dampfförmigen Zustand übergeht. Es wird, namentlich in bedeutender Tiefe, meist nur einer geringen Wärmezunahme oder einer kleinen Verminderung des Druckes bedürfen, um eine Explosion der Grundwasser herbeizuführen. In diesen Explosionen sieht Dlabač eine Ursache der Erderschütterungen.

In gewisser Übereinstimmung mit den Ansichten Stübels über die innerhalb der Panzerdecke lagernden begrenzten Magmaherde stehen Dlabač' Ausführungen über die Entstehung vulkanischer Ausbrüche. Der Vulkan erscheint danach nicht ständig mit seinem unterirdischen Herde verbunden, sondern tritt nur zeitweilig in Zusammenhang mit ihm. Erfolgt eine Explosion des überhitzten Tiefenwassers, so wird die benachbarte Magmamasse verschoben und gelangt wahrscheinlich längs einer Aufwölbung der Erdkruste auf einem öfter befahrenen Wege unter den Vulkan. Die Lage des Vulkanherdes, jener Stelle, wo das überhitzte Wasser auf das Magma einwirkt und dessen Verschiebung veranlaßt, ist in den einzelnen Fällen unbekannt und wohl meistens vom Vulkan entfernt unter dem Meeresgrunde zu suchen. Die heftige Erschütterung, welche der Landstreifen am Fuße des Vulkankegels erfährt, kann vielleicht den Weg anzeigen, auf dem die vom Dampf herbeigepreßten Massen heranrückten, und so auch die Lage des Vulkanherdes verraten. Läge dieser nicht in den meisten Fällen unter dem Meere, so würde er auch aus dem Einsinken der Erdrinde, das unmittelbar nach dem Vorschieben des Magmas lokal erfolgen muß, ersichtlich werden. Bisweilen, wenn auch nicht allzuoft, befindet sich der Herd unter dem Vulkan selbst, in welchem Falle der Vulkankegel nach jedem Ausbruche um so viel einsinkt, als die Masse der Auswurfsprodukte beträgt. Diese ist so gewaltig — beim Krakatau 1883 an einem Tage angeblich 13 Kubikkilometer — daß unter dem Berge ein riesiger Hohlraum entsteht, über dem die Erdrinde einstürzt. Wenn aber die Lava aus Magmaherden in größerer Tiefe stammt und die darüber liegende Gesteinsdecke infolgedessen nicht einsinkt, so entstehen bleibende große Hohlräume, die sich nicht selten durch Lotablenkungen verraten.

Besteht nun der stärkere untere Teil der Erdrinde, wie Stübel annimmt, aus übereinander gelagerten und ineinander geschobenen Bänken von eruptiven Gesteinen, so lassen sich auch die auf Bewegungen der Erdrinde beruhenden sogenannten tektonischen Erdbeben weit leichter erklären, als wenn wir eine zusammenhängende Erdkruste voraussetzen, die, wie das Eis auf dem Teiche, als gleichmäßig feste Decke gebildet wurde. „Übergewaltiges Drücken und Drängen" — so schildert Prof. Wilhelm Branco[1]) — „herrscht zwischen diesen riesigen Erdschollen. Mit ungeheurer Reibung, zum Glück für uns Erdenbewohner aber unsagbar langsam, verschieben sich die Schollen in horizontaler und vertikaler Richtung aneinander. Diese Reibung aber erzeugt eine Erschütterung der Schollen. So entstehen die tektonischen (d. h. im Bau der Erdrinde begründeten) oder Dis-

[1]) Rede, gehalten am Geburtstage Kaiser Wilhelm II., 1902, Universität Berlin.





Station für Erdbebenforschung zu Straßburg.

lokations- (Verschiebungs-) Beben. — „Mit dieser Vorstellung vor Augen fühlt man förmlich bei der Schilderung der Erdbeben die Bewegung der Erdschollen. Aus heiterem Himmel urplötzlich ein Stoß: eine Spalte reißt auf oder eine bereits abgespaltene Scholle setzt sich ein wenig in Bewegung. Nun Pause: die Scholle ruht. Dann wieder einige abwechselnd schwächere und stärkere Stöße: die Scholle hat sich mehrmals verschieden stark bewegt. Das Beben ist beendet: die Scholle hat sich festgeklemmt. In dieser Lage verharrt sie nun vielleicht jahrelang, bis sie aufs neue sich weiter bewegt. Oder aber: es bricht eine ganze Erdbebenzeit herein, d. h. die Scholle kann keine Ruhe finden, ihre Bewegung wiederholt sich immer wieder aufs neue."

Von den seismographischen Apparaten der Stationen für Erdbebenforschung werden diese Stöße und Konvulsionen der Erdrinde unaufhörlich aufs genaueste registriert. Häufig äußern sie sich jedoch auch in dauernden sichtbaren Veränderungen der Erdoberfläche.

Wir sind geneigt, bei Betrachtung der Folgen dieser Beben die uns selbst betreffenden Schäden, die Zerstörungen von Menschenleben, die Vernichtung ganzer Ortschaften, die Niederlegung hervorragender Gebäude, wie des am 14. Juli 1902 infolge des Erdbebens von Saloniki eingestürzten Campanile zu Venedig, in den Vordergrund zu stellen. Dem Geschichtschreiber der Erde erscheinen die *geologischen Wirkungen* der Erdbeben weit wichtiger und einschneidender und sie spielen in der Tat bei der Entwicklung des Antlitzes der Erde eine nicht unbedeutende Rolle. So bewirkte z. B. der Stoß des großen nordostindischen Erdbebens vom 12. Juni 1897, daß in den Garobergen auf meilenweite Strecken fast alle Talwände ihrer üppigen Tropenvegetation beraubt und freigelegt wurden. Riesige Wälder glitten an den steilen Abhängen mit der ganzen Humusdecke zum Flusse hinab, und überall trat der Gebirgsbau der Gegend in wunderbarer Klarheit zu Tage; man konnte sich in die vegetationslosen Riesenschluchten Nordamerikas, die steilen Kañons des Kolorado, versetzt glauben, so deutlich konnte man Schicht um Schicht an den kahlen Talwänden studieren.

Die vom Erdbeben hervorgerufenen Verschiebungen oder *Verwerfungen* sind teils vertikaler, teils horizontaler Richtung. Auf vorher ebenem Lande zeigen sich plötzlich Absätze von mehreren Metern Höhe, Gewässer werden abgedämmt, Wasserfälle entstehen, Straßen werden durchschnitten. Bei dem indischen Erdbeben wurde das Eisenbahngeleise auf dem Bahnhofe in Nilphamari von einer etwa 2 Meter hohen Verwerfung geschnitten. Die Höhe einzelner Vermessungspunkte hat sich gegen früher um 5 bis 8 Meter verändert und die Hebungen und Senkungen wären noch viel einschneidender, wenn nicht die dicke Verwitterungsdecke, welche in Assam fast überall das anstehende Gestein verbirgt, das Erkennen der Erdrisse vielfach verhinderte. Klüfte von 20 bis 30 Kilometer Länge sind keine Seltenheit. Nachrichten aus Mexiko zufolge bildete sich bei St. Nicholas im August 1902 ein Erdriß von 10 Meilen Länge und 300 Fuß Breite. Eine schöne seitliche Verwerfung zeigte sich beim indischen Erdbeben von 1897 an den Geleisen bei Rangapura, wo man an den Schienen die wunderlichsten, bald rechts, bald links laufenden zickzackförmigen Biegungen und Stauchungen bewundern konnte.

Bisweilen ist es schwierig zu entscheiden, ob ein Erdbeben tektonischen oder vulkanischen Ursprungs ist, da es in letzterem Falle den zum Ausbruch dringenden Massen nicht immer gelingt, sich bis zur Erdoberfläche durchzuringen. Sie bleiben nicht selten zwischen benachbarten Sedi-



mentärschichten, deren obere sie dabei aufwölben, stecken und erstarren dort allmählich. Derartig erstarrte prähistorische Schmelzflüsse bezeichnet die Geologie als Lakkolithe. Bisweilen treten sie, nachdem die überlagernden Sedimentschichten weggewaschen sind, nachträglich noch zu Tage. Ein solcher sichtbar gewordener Lakkolith ist der Brocken, dessen Granitmassen sich zwischen alte geschichtete Gesteine drängten und diese durch ihre Glut bei der Berührung wesentlich veränderten, z. B. die Grauwacke in Hornfels verwandelten. Prof. Lüdecke hat jetzt als Liegendes des Brockens, d. h. als unter ihm befindliche Schicht, genau denselben Hornfels nachgewiesen, der höher hinauf die obere Grenzschicht des Granits überlagert, und damit den endgiltigen Beweis für die Lakkolithennatur des alten Hexenberges erbracht. Er konnte sogar wahrscheinlich machen, daß ein dreimaliger Erguß feuerflüssiger Massen zwischen die Sedimentärschichten stattgefunden hat; ein Beweis, wie gewaltig die Erderschütterer schon in der Vorzeit nach dem Lichte rangen.

Im Reiche der Energien.

(Physik.)

Neues vom Licht. • Geheimnisvolle Strahlen. • Im Reiche des Unendlich-Kleinen. • Die luftelektrischen Erscheinungen. • Ätherfragen.

Neues vom Licht.

„Das Licht ist das Erfreulichste aller Dinge: es ist das Symbol alles Guten und Heilbringenden geworden. In allen Religionen bezeichnet es das ewige Heil, und die Finsternis die Verdammnis. Ormuzd wohnt im reinsten Licht, Ahriman in ewiger Nacht. Die Abwesenheit des Lichtes macht uns unmittelbar traurig; seine Wiederkehr beglückt: die Farben erregen unmittelbar ein lebhaftes Ergötzen, welches, wenn sie transparent sind, den höchsten Grad erreicht." Diese Freude des Menschen am Licht, der wir in allen gehobenen Momenten des Daseins durch glänzende Beleuchtung unserer Festräume, durch Flammenzeichen auf Bergeshöhen, durch Illumination der Straßen und Plätze Ausdruck geben, hat ohne Zweifel einen körperlichen Grund. Die geringe Schwingungsweite der Lichtwellen im Verein mit ihrer ungeheuren Geschwindigkeit scheint eine unangenehme Einwirkung, wie sie bei den übrigen Sinnesorganen so häufig auftritt, beim Auge auszuschließen.

Die Geschwindigkeit des Lichtes wurde bekanntlich von dem Dänen Olaf Römer 1676 zuerst gemessen und auf 311.000 Kilometer in der Sekunde festgestellt. Er nahm diese Messung durch Beobachtung der Verfinsterungen vor, welche die Jupitermonde beim Eintritt in den Schatten ihres Planeten erleiden. Die Zeit, welche zwischen je zwei aufeinander folgenden Eintritten des ersten Trabanten in den Jupiterschatten verfließt, beträgt 42 Stunden 28 Minuten 36 Sekunden, wenn die Erde genau zwischen Sonne und Jupiter, also ihm am nächsten steht. Brauchte nun das Licht keine Zeit, um vom Jupiter zur Erde zu gelangen, so müßten wir die Verfinsterungen stets nach Ablauf der eben genannten Zeit eintreten sehen, gleichviel in welchem Punkte ihrer Bahn die Erde sich befindet. Römer fand jedoch, daß jedesmal, wenn die Erde ihre größte Entfernung vom Jupiter erreicht hatte, der Eintritt der Verfinsterung um 16 Minuten 36 Sekunden zu spät erfolgte. Ganz richtig vermutete er, daß diese Verspätung daher rühre, daß der Lichtstrahl nun einen weiteren Weg zurückzulegen habe, nämlich die Differenz zwischen dem jupiternächsten und jupiterfernsten Ort der Erde, das heißt den Durchmesser der Erdbahn mehr. Das Licht gebraucht 16 Minuten 36 Sekunden oder, wie später genauer berechnet wurde, etwa 986 Sekunden, um den Erdbahndurchmesser zurückzulegen; daraus ergab sich, daß es in einer Sekunde ungefähr 311.000 Kilometer durchfliege. Man hat sich jedoch bei dieser Methode und der dadurch erreichten Zahl nicht beruhigt, sondern mit den besseren Instrumenten der modernen Präzisionsmechanik und mittels einer großen Anzahl von Messungen nach anderer Methode immer genauere Resultate zu erhalten gesucht.

Die Nizzaer, von Bischoffsheim reich ausgestattete und unterhaltene Sternwarte hat sich die Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichtes zur besonderen Aufgabe gemacht, deren Lösung diesem Observatorium durch den schönen Himmel der Riviera wesentlich erleichtert wird. Die Messung geschieht so, daß man den Strahl einer künstlichen Lichtquelle, zu Nizza einer elektrischen Lampe von 16 Kerzenstärken, durch eine Lücke am Umfange eines gezahnten Rades senkrecht auf einen Spiegel fallen läßt, der den Strahl in derselben Richtung, also auch durch dieselbe Lücke zurückwirft, durch welche er gekommen ist. Ist nun aber das gezahnte Rad in schnelle Umdrehung versetzt, so ist es möglich, daß der Lichtstrahl auf seinem Rückwege vom Spiegel durch den einstweilen vorgerückten nächsten Zahn gehemmt wird, was von der Entfernung der beiden Orte und der Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades abhängt. Ist die Entfernung und die Umdrehungszahl des Rades bekannt, so läßt sich daraus die Zeit berechnen, welche das Licht gebraucht, um den Weg vom Rad zum Spiegel hin und zurück zu durchlaufen, woraus sich dann unmittelbar auch seine Geschwindigkeit ergibt.

Während ein auf der Sternwarte von Nizza aufgestelltes Fernrohr mit 6 Zoll Objektivweite, einem Rad von 150 Zähnen und dem dasselbe registrierenden Uhrwerk die elektrische Lampe umschließt, dient als Aufstellungsort des Spiegels das am Ufer des Var gelegene Dorf la Gaude, welches nach drei voneinander unabhängigen Messungen beinahe 12 Kilometer, nämlich 11.862·22 Meter,

entfernt liegt. Im Laufe des ersten Arbeitsjahres wurden, nur an Tagen mit völlig klarer und ruhiger Luft, 1480 Messungen der Lichtgeschwindigkeit vorgenommen, so daß sich daraus ein Ergebnis von bisher unerreichter Genauigkeit erwarten ließ. Danach betrug der Weg, den das Licht in einer Sekunde zurücklegt, 299.900 Kilometer, ein Resultat, das von dem durch Olaf Römer ermittelten um rund 11.000 Kilometer abweicht und mit dem ein Jahr zuvor von Michelson mit Hilfe des Drehspiegels erhaltenen nahezu übereinstimmt. Die Versuche werden mit allmählicher Vergrößerung der Entfernung zwischen Lichtquelle und Spiegel fortgesetzt.

Der Laden eines Optikers gehört gewöhnlich nicht zu den die Jugend anziehenden Auslagen. Wenn wir als Kinder trotzdem oft vor ihm gaffend standen, so verschuldete das ein zierlicher Apparat im Schaufenster, dessen in einem Glasbehälter eingeschlossene vier Flügel sich, ohne daß wir die bewegende Ursache ergründen konnten, unablässig drehten. Es war die den meisten Lesern gewiß bekannte „Lichtmühle", das Radiometer, eine Erfindung des Engländers Crookes, durch welche er den Druck der Lichtstrahlen nachgewiesen zu haben glaubte. Ein gleicharmiges, horizontales Kreuz ist mit seiner Mitte drehbar auf eine Nadelspitze aufgesetzt und trägt an seinen vier Armen vertikale Glimmerplättchen, die sämtlich auf der einen Seite blank, auf der anderen mit Ruß überzogen sind. Das Ganze befindet sich in einem Glasbehälter, aus dem die Luft zum größten Teile ausgepumpt ist. Sobald eine Seite des Behälters von Lichtstrahlen getroffen wird, gerät das Kreuz mit den Plättchen in mehr oder minder rasche Drehung.

Diese Bewegung, die man früher dem Stoß oder Druck des Lichtes zuschrieb, ist jedoch nur mittelbar durch die Lichtstrahlen bewirkt. Auch diese „Lichtmühle" ist eigentlich eine „Luftmühle", weshalb auch die Luft, um recht beweglich zu sein, in der Glaskugel weder zu reichlich noch zu spärlich vorhanden sein darf. Die schwarzen Flächen, die bei allen Plättchen nach derselben Richtung gekehrt sein müssen, verschlucken das auffallende Licht in stärkerem Maße als die hellen. Deshalb erwärmen sich jene mehr als diese und geben deshalb auch mehr Wärme an die mit ihnen in Berührung kommende Luft des Glasbehälters ab. Nun sind die Moleküle der Luft, wie die Teilchen jedes Gases, in beständiger Bewegung begriffen, die um so heftiger wird, je höher die Temperatur ist. Die Luft prallt deshalb von den Wärme aussendenden Flügeln des Radiometers zurück, und zwar von den geschwärzten, weil diese mehr Wärme spenden, heftiger als von den blanken. Wie aber das Gewehr, wenn die Kugel davonfliegt, einen Rückstoß erhält, so üben auch die abprallenden Luftteilchen einen Druck auf die Flügel aus und setzen sie, die blanken Flächen voraus, in Drehung. Erfordernis für das Zustandekommen der Drehung ist nur, daß die Luftteilchen sich frei genug bewegen können; sie dürfen deshalb nur in geringer Menge in dem Glaskolben vorhanden sein.

Mit dieser Erklärung war jedoch nicht erwiesen, daß das Licht überhaupt keinen Druck ausüben könne. Solange man es nach der von Newton begründeten Anschauung für einen von den leuchtenden Körpern ausgeschleuderten feinen Stoff ansah, erschien es als selbstverständlich, daß diese kleinen, wenn auch für menschliche Mittel unwägbaren Lichtgeschosse einen geringen Druck auf die getroffenen Körper ausübten. Daß auch Ätherwellen einen solchen Druck auf die von ihnen getroffenen wägbaren Stoffe ausüben müßten, leuchtet dagegen keineswegs ohne weiteres ein. Man hat zwar das Vorhandensein eines solchen Druckes angenommen, und der englische Physiker Maxwell hat sogar die Größe desselben 1873 annähernd berechnet — aber die zweifelsüchtige Menschheit will vor allem sehen. Nach langwierigen Versuchen ist es in den beiden letzten Jahren dem russischen Physiker Lebedow in Moskau und zwei Physikern in den Vereinigten Staaten fast gleichzeitig auf verschiedene Weise gelungen, den Lichtdruck als wirklich vorhanden zu zeigen.

Durch Anwendung eines großen Glasgefäßes, einer sehr hohen Luftentleerung desselben, möglichst dünner Flügel und einer verbesserten Aufhängung wurden die Fehler der alten Lichtmühle vermieden, und nun zeigte sich eine Bewegung der an einem Glasfaden aufgehängten Flügel, die nur durch das von einer Bogenlampe ausgehende Licht bewirkt sein konnte. Dieser Druck ist natürlich außerordentlich gering. Der Rechnung nach beträgt er bei senkrechtem Auffallen der Sonnenstrahlen auf das Quadratmeter einer vollständig schwarzen Fläche nur 0·4 Milligramm, für einen vollständig ebenen Spiegel gleicher Größe das Doppelte. Praktisch ist diese Kraft für gewöhnliche Flächengrößen gleich Null, so gut wie nicht vorhanden; für die ganze Erdoberfläche beziffert sich der von den Sonnenstrahlen ausgeübte Druck aber doch auf 6 Millionen Zentner. Bei einem sich bewegenden Körper muß die Vorderfläche von einer größeren Energiemenge getroffen werden als die Rückseite; für die Erde steigt der so entstehende Widerstand aber höchstens auf 1000 Kilogramm, ist also völlig unmerklich. Dagegen wäre es wohl möglich, daß die Gestalt und Richtung der Kometenschweife, wenn sich diese ungeheuer dünnen Massen der Sonne nähern, durch die Druckkräfte der Sonnenstrahlen beeinflußt werden, wie schon Kepler und der Mathematiker Euler vermutet hatten.

Den vielen Wundern des Lichtes reiht sich die jüngst von dem französischen Physiker G. Le Bon entdeckte „unsichtbare Phosphoreszenz" würdig an. Die bekannte Erscheinung des Phosphoreszierens beruht darauf, daß gewisse Substanzen, wie der Bologneser Leuchtstein, die Balmainsche Farbe, verschiedene Mineralien, das grünlichgelbe Uranglas im Dunkeln leuchten, wenn sie eine Zeitlang dem Tageslichte ausgesetzt waren. Dieses Selbstleuchten dauert je nach der Natur des belichteten Körpers vom Bruchteile einer Sekunde bis zu vielen Stunden und wird besonders durch die blauen und violetten Teile der Farbenskala sowie durch die unsichtbaren ultravioletten Strahlen erregt, also von denselben, welche besonders stark auf die photographische Platte wirken.



Le Bon fand nun, daß mit dem Erlöschen des Phosphoreszenzlichtes für unser Auge die Erscheinung keineswegs ihr Ende erreicht hat. Vielmehr sendet die phosphoreszierende Substanz auch jetzt noch, obwohl sie dauernd im Dunkeln gehalten wird, unablässig und lange Zeit hindurch unsichtbare Strahlen aus, welche, wenn auch für das Auge absolut unsichtbar, photographisch wirken und durch die Platte festgestellt werden können. Le Bon bewahrte eine mit Schwefelkalzium überzogene Statue der Venus von Milo nach dem Erlöschen der sichtbaren Phosphoreszenz 18 Monate im Dunkeln auf; dann begann die photographische Aufnahme, die zehn Tage beanspruchte und ein vollkommenes Bild mit allen durch die ursprüngliche Beleuchtung bedingten Schatten gab.

Endlich hört auch die Wirkung des unsichtbaren Phosphoreszenzlichtes auf die Platte auf; aber der Energievorrat, den die vorangegangene Belichtung in der phosphoreszierenden Substanz aufgespeichert hat, ist damit noch nicht erschöpft. Le Bon hat gezeigt, daß selbst zwei Jahre nach der Belichtung, wenn unmittelbar keine photographische Wirkung, also auch keine freiwillige Strahlung mehr von der Substanz ausgeht, in ihr dennoch ein Rest von Energie verborgen schlummert, der nur geweckt werden muß. Das geschieht, wenn man die unmittelbar jenseits der roten Grenze des Spektrums gelegenen infraroten Strahlen auf sie wirken läßt. Man erhält diese Strahlen ausschließlich, wenn man sich Le Bons „schwarzer Lampe“ bedient. Der Erfinder versteht hierunter eine Petroleumlampe, welche vollständig in einen metallenen Kasten eingeschlossen ist, so daß kein Licht nach außen dringen kann. Eine Wand des Kastens ist jedoch durch eine dünne Ebonitplatte oder eine mit japanischem Firnis bestrichene Glasscheibe gebildet, welche beide für die genannten infraroten dunklen Strahlen, aber nicht für das Licht und die ultravioletten Strahlen durchlässig sind. Fällt nun der Schein einer solchen Lampe auf Schwefelkalzium, welches längst aufgehört hatte, irgend welche Strahlen auszusenden, so beginnt es, schwach, aber doch dem Auge direkt wahrnehmbar, zu leuchten und liefert mit halbstündiger Expositionszeit photographische Aufnahmen. Daß die auffallenden Strahlen nicht selbst die Quelle des Leuchtens sind, sondern nur die schlummernde Energie wecken, erkennen wir daraus, daß sie wirkungslos bleiben, wenn sie nicht auf einen phosphoreszenzfähigen, zuvor schon einmal belichteten Körper treffen. Auch ihre Wärme ist es nicht, welche die Wirkung hervorbringt, eine Vermutung, die bei den infraroten, den sogenannten Wärmestrahlen, ja naheläge; denn die Erscheinung bleibt auch dann nicht aus, wenn die Substanz während des Versuches fortwährend abgekühlt wird.


Photographische Wiedergabe mittels unsichtbaren Phosphoreszenzlichtes.

Eine ausreichende Erklärung des Vorganges steht noch aus. Frühere Jahrhunderte hätten hier ein Wunder, Hexenkunst oder Zauberei vermutet, wir warten geduldig die Aufklärung ab und dehnen höchstens den Rahmen des Schemas, das wir als „Naturgesetz“ bezeichnen, etwas weiter aus, bis die betreffende Erscheinung hineinpaßt.

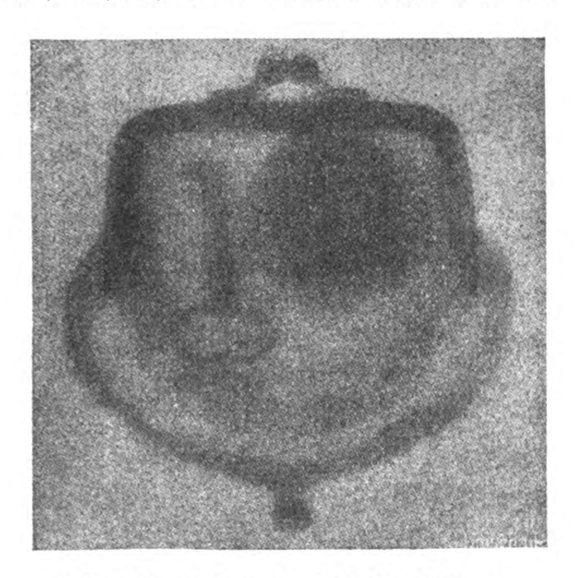
Geheimnisvolle Strahlen.

Die viel genannten Röntgenstrahlen sind ein klassisches Beispiel dafür, welchen Nutzen rein theoretische, durch keinerlei Rücksichten geleitete wissenschaftliche Forschung dem praktischen Leben bringen kann. Eine Entdeckung des Zufalls, haben die X-Strahlen für die Chirurgie und Therapie eine ungeahnte Bedeutung gewonnen. Der angehende Mediziner wird mit ihnen in besonderen Unterrichtskursen bekannt gemacht, während eigene Zeitschriften für Röntgenographie die neuen Entdeckungen und Fortschritte auf diesem Felde der Wissenschaft fortlaufend bekannt geben.

Als Prof. Röntgen Ende 1895 seine Entdeckung machte, griffen viele Forscher zur photographischen Platte, um nach unbekannten und unsichtbaren Strahlen und Energien zu suchen. Viele der damals gemachten Entdeckungen haben strengerer Prüfung nicht standgehalten. Eine Art von Strahlen aber, die von Henri Becquerel aufgefundenen und nach ihm benannten Becquerelstrahlen, sind nicht nur bis heute auf der wissenschaftlichen Tagesordnung geblieben, sie versprechen auch für die Folge noch die Lösung manches Rätsels und verdienen deshalb allseitige Aufmerksamkeit. Märchenhaft klingt es, was die Physiker und Chemiker von diesen wunderbaren Strahlen zu berichten wissen. Unter den phosphoreszierenden Substanzen ist oben das Uranglas erwähnt, welches seine Phosphoreszenz der Beimischung minimaler Mengen von Uran verdankt, demjenigen chemischen Grundstoffe, der das größte Atomgewicht besitzt. Bei Untersuchung phosphoreszierender uranhaltiger Stoffe entdeckte Becquerel die höchst wunderbare Eigenschaft des Uran und der Uranmineralien, ununterbrochen, ohne Anstoß oder Einwirkung von außen, Strahlen auszusenden, die sich wie schwache X-Strahlen verhalten, also z. B. durch schwarzes Papier oder Aluminiumblättchen hindurch die photographische Platte schwärzen. Auch die Verbindungen des Thor, des Elements mit dem zweithöchsten Atomgewicht, zeigten diese Eigenschaft, aber ebenfalls in so geringem Grade, daß sich der genaueren Untersuchung große Schwierigkeiten in den Weg stellten, umsomehr, als von den beiden Elementen nur geringe Mengen zur Verfügung standen. Das Uran, ein nickelähnlicher, als Pulver fast schwarzer Stoff von sehr hohem spezifischen

Gewicht, war früher nur aus dem Erzgebirge bekannt, ist aber jetzt auch an anderen Lagerstätten gefunden; das Thor, als graues Pulver herstellbar, bildet mit dem Cer, einem ebenfalls ziemlich seltenen Mineral, zusammen den wichtigsten Bestandteil der Auerschen Glühlichtstrümpfe.

Die von Becquerel besonders an zwei Uransalzen, dem Urannitrat und dem Urankaliumsulfat, ermittelten Strahlen wirken nicht nur auf die photographische Platte, sondern erregen auch in gewissen Mineralverbindungen Phosphoreszenz, ohne daß eine Belichtung dieser Stoffe nötig ist. Läßt man die Uranstrahlen auf ein geladenes Elektroskop fallen, so entladen sie dieses; ein Luftstrom, der über ein Stück Uranmetall zum Elektroskop geblasen wurde, bewirkte eine Annäherung der Blättchen. Diese Wirkung bleibt monate- und jahrelang, dem Satze von der Erhaltung der Energie zum Trotz, unverändert dieselbe und ist um so rätselhafter, als bis jetzt nicht gesagt werden



Radiographie einer Ledertasche mit Schlüssel und Münze.

kann, wo die Quelle dieser unversieglichen Kraft ist. Ohne seine Materie zu verringern, macht das neuentdeckte Wunder, in seinem eigenen Lichte strahlend, die umgebende Luft — sonst ein vorzüglicher Isolator — für Elektrizität leitend, so daß z. B. in einem für diese Versuche viel gebrauchten Laboratorium zu Paris eine elektrische Isolierung durch Luft jetzt zur Unmöglichkeit geworden ist.

Den Spuren Becquerels nachgehend, entdeckte das französische Forscher- und Ehepaar Curie, daß Uran und Thor keineswegs die einzigen „radioaktiven", d. h. unsichtbare, röntgenartige Strahlen aussendenden Mineralien seien. Sie bedienten sich der diese beiden Metalle enthaltenden Pechblende, welche sehr kräftige Strahlen aussendet, trennten auf chemischem Wege das Uran und das Thorium von den anderen metallischen Begleitern der Pechblende und erhielten so schließlich ein Produkt, das 400mal kräftiger war als das Uran selbst; es wurde in echt französischer Galanterie nach dem Heimatlande der Frau Curie „Polonium" getauft. Bald darauf ergab sich noch ein neuer, stark lichtbrechender Stoff in der Pechblende, der wegen seiner hohen Radioaktivität den Namen „Radium" erhielt. Es ist höchst wahrscheinlich ein neues Element, dessen Atomgewicht auf 174 angegeben wird, während das Polonium wohl nicht zu den chemischen Grundstoffen gehört, ebensowenig einige andere kürzlich entdeckte radioaktive Substanzen, z. B. das Radioblei und das Aktinium. Wiederum steht der chemischen Erkenntnis dieser Stoffe die geringe Menge, in der man sie erhalten kann, hindernd im Wege. Selbst wenn ganze Tonnen der sie enthaltenden Mineralien verarbeitet werden, ergeben sich meistens nur Milligramme der überdies noch unreinen Substanz, so daß keine sichere chemische Bestimmung möglich ist. Die besten Dienste leistet dabei immer noch das Spektroskop, indem es wenigstens eine genaue Vergleichung der neuen Stoffe mit den bekannten Elementen ermöglicht.

Es lassen sich gegenwärtig drei Gruppen von radioaktiven, Becquerelstrahlen aussendenden Substanzen unterscheiden: erstens solche, welche stark und anhaltend tätig (aktiv) sind, wie das Radium und das Aktinium; zweitens solche, die zwar auch ständig, aber nur schwach aktiv sind, wie die zuerst entdeckten Uran- und Thorverbindungen, und drittens solche, die ihre teils starke, teils schwache Wirksamkeit mit der Zeit verlieren, wie das Polonium. Letztere sind höchstwahrscheinlich durch den Einfluß von Stoffen der ersten und zweiten Gruppe in einen vorübergehend wirksamen Zustand versetzt worden, durch Induktion, wie die Physik sagt, indem sie damit ungefähr dasselbe ausdrückt, was man bei Beeinflussung durch Menschen „Suggestion" nennt. Auf diese Weise läßt sich Radioaktivität einer großen Anzahl von Körpern mitteilen.

Hält man z. B. einige Millimeter über einer Schicht von stark aktiver Substanz eine Platte aus Zink, Aluminium, Messing, Blei, Nickel, Platin, Wismut, ja selbst Papier, so wird diese ebenfalls radioaktiv. Noch interessanter gestalten sich diese Versuche, wenn man nur die über Thoroxyd streichende Luft benützt, beliebige andere Körper vorübergehend zu radioaktivieren, oder wenn man den aktiven Gegenstand und die zu beeinflussende Substanz in zwei verschiedene Gefäße einschließt; solange diese auch nur durch eine mit Luft gefüllte Haarröhre in Verbindung stehen, erfolgt die Übertragung; wird aber die Luftverbindung unterbrochen, so erlischt auch die Induktion. Ganz überraschend gestaltet sich ein solcher Versuch, wenn man für den zu beeinflussenden Körper eine phosphoreszierende Substanz wählt, welche nun die ihr induzierte Radioaktivität durch Aufleuchten des Phosphoreszenzlichtes anzeigt, während der Stoff, von dem die Strahlen ausfließen, in Dunkelheit verharrt. Die Becquerelstrahlen durchdringen selbst dicke Bleiplatten. Nach Dazwischenschaltung einer 12 Millimeter starken Bleiplatte brachten sie noch einen Baryumplatincyanürschirm zu intensivem Leuchten. Wird das freiliegende oder in einem Bleikasten isolierte radioaktive Mineral dem Auge oder dessen Umgebung, z. B. dem Schläfenbein, genähert, so empfindet man infolge der Wirkung der (notabene



unsichtbaren) Becquerelstrahlen eine lebhafte Lichterscheinung. Auf lichtempfindlichen Platten, z. B. Bromsilbergelatine-Platten, bringen die Strahlen ohne irgend welche Beihilfe des Sonnenlichtes nach wenigen Sekunden ein Bild des der Platte exponierten Körpers zu stande.

Dem Zauber der Radiumsalze kann sich auch das Wasser nicht entziehen. Gewöhnliches destilliertes Wasser kann sehr leicht radioaktiv gemacht werden, indem man in einen abgeschlossenen Raum zwei Schalen stellt, die eine mit einer Radiumsalzlösung, die andere mit dem Wasser gefüllt. Nach einer gewissen Zeit ist das Wasser aktiv geworden. Oder man verschließt eine Lösung von Radiumsalz vollständig in eine Zelluloidkapsel und taucht diese in das aktiv zu machende Wasser, welches in einer geschlossenen Flasche gehalten wird. Dann spielt das Zelluloid die Rolle einer halbdurchlässigen Membran, indem die Aktivität der Lösung sich dem äußeren Wasser mitteilt, ohne daß eine Spur des Salzes durch die Kapsel dringt. Wenn auch das Wasser unter Umständen ein ebenso starkes, bisweilen selbst ein stärkeres Strahlungsvermögen annehmen kann, als die radioaktive Substanz selbst besitzt, so verliert es doch, selbst in einer zugeschmolzenen Röhre aufbewahrt, den größten Teil seiner Aktivität in einigen Tagen. Ähnlich ergeht es den Lösungen der Radiumsalze; doch ist bei ihnen, zum Unterschiede von den Vorgängen im aktiv gewordenen Wasser, der Verlust der Aktivität nicht dauernd. Denn wenn man die unaktiv gewordene Lösung in eine zugeschmolzene Röhre schließt, so erlangt sie nach und nach, in etwa zehn Tagen, ihr ursprüngliches Strahlungsvermögen wieder.

Die Becquerelstrahlen rufen auch auffällige **chemische Wirkungen** hervor. Glas, Flußspat und Alkalisalze färben sich unter ihrer Einwirkung grün, violett, blau und orange, wie bei Belichtung durch die Kathodenstrahlen. Während die durch letztere bewirkte Färbung sich auf die Oberfläche beschränkt, durchdringt die von den Becquerelstrahlen hervorgerufene den gefärbten Stoff vollständig. Gewöhnlichen Phosphor verwandeln sie in roten; Papier, Zelluloid, Holz wird unter ihrer Einwirkung braun, brüchig und zerfällt endlich. Dr. **Giesel**, einer der hervorragendsten Forscher auf dem Gebiete der Radioaktivität in Deutschland, legte eine etwa 0·3 Gramm Radiumbromid enthaltende Kapsel auf seinen Arm. Nach zwei Stunden war die Haut so verbrannt, daß die Stelle sich noch nach $1^1/_2$ Jahren markierte und der Haarwuchs dauernd zerstört blieb. Sogar in der Westentasche getragene, in Guttaperchapapier gehüllte oder in Glasröhren eingeschmolzene Präparate haben durch die Kleidungsstücke hindurch Verbrennungen verschiedenen Grades auf der Haut erzeugt, von leicht vorübergehenden Rötungen bis zu Eiterbildungen. Ähnliche Wirkungen sind von den Röntgenstrahlen bekannt. Bisweilen tritt die Rötung der betroffenen Hautstelle und eine schmerzhafte Entzündung erst nach Wochen ein.

Zwischen den Kathodenstrahlen, d. h. den im fast luftleeren Raum vom negativen Pol oder der Kathode ausgehenden unsichtbaren Strahlen, und den radioaktiven Substanzen bestehen ebenfalls eigentümliche Beziehungen. So wird z. B. das aus Uranpecherz oder anderen Mineralien abgeschiedene Bleisulfat von Kathodenstrahlen zu dunkelblauer Fluoreszenz erregt — wie sich ja auch in der luftentleerten Glasröhre die Kathodenstrahlen dadurch verraten, daß alle von ihnen getroffenen Stellen der Glaswand intensiv grün fluoreszieren. Auch erhält das Bleisulfat die Fähigkeit wieder, auf die photographische Platte zu wirken; diese vom Bleisulfat ausgehende Strahlung dringt durch Metall- und Glasplatten und dauert wochenlang an. So enthüllt sich ein merkwürdiger, vielfach noch unaufgeklärter Zusammenhang zwischen den Kathoden- und diesen Bleisulfat- oder Radiobleistrahlen einerseits und letzteren und den Röntgenstrahlen anderseits; denn sie werden beide durch Kathodenstrahlen hervorgerufen, sind aber doch nicht solche, da sie Glas und Luft durchdringen, vor denen der Kathodenstrahl haltmacht.

Was will nun dieses bunte Gewirr von Erscheinungen, das wir durch Aufführung weiterer, noch verwickelterer Vorgänge nicht noch bunter machen wollen, uns sagen? Ist dieses Experimentieren mit Substanzen und Strahlen, dieses Aufsuchen immer neuer Beziehungen, dieses unablässige Aufwerfen immer neuer Fragen nichts als ein vergnügliches Spielen unserer Chemiker und Physiker mit den Stoffen und Kräften der Natur, oder winkt im Hintergrunde ein wenn auch noch so fernes Ziel, ein großer Gedanke, der „des Schweißes der Edlen wert“? Sicherlich ist das letztere der Fall; zweierlei schlummert dabei im Hintergrunde: erstens die Zerlegbarkeit der heute noch als die Grundlagen aller zusammengesetzten Stoffe geltenden nahezu achtzig Elemente und die Feststellung einer Urmaterie, zweitens die Zurückführung der verschiedenen Arten von Kräften auf eine Grundform der Energie. Die radioaktiven Substanzen haben diese Fragen über die Existenz der Uratome, über die Erhaltung der Energie, über die Beschaffenheit der Naturkräfte aufs neue aufgerollt und uns in dunkle, rätselvolle Gebiete geführt, in denen wir zunächst noch unsicher umhertappen. Eine Welt des Unendlich-Kleinen tut sich mit diesen Betrachtungen vor uns auf, und in sie wollen wir nunmehr einzudringen suchen.

Im Reiche des Unendlich-Kleinen.

So schwierig es ist, von manchen radioaktiven Substanzen auch nur Milligramme rein zu erhalten, so leicht gestaltet sich doch ihr Auffinden und Abscheiden; denn die Radioaktivität läßt sich mit solcher Schärfe nachweisen, daß selbst die Spektralanalyse, die doch noch Milliontel Milligramme anzeigt, dahinter zurückbleibt. Besonders die photographische Platte verrät bei andauernder Exposition Becquerelstrahlen aussendende Stoffe noch in einer Verdünnung, die ans Unglaubliche grenzt. Dabei verliert die ausstrahlende Substanz anscheinend nichts von ihrem Gewichte. Die Geschwindigkeit und Größe der ausgestrahlten Teilchen hat Dr. W. **Kauffmann** auf folgende Weise berechnet. Im Vakuum, dem nahezu luftleeren Raume, ließ er



ein winziges Körnchen besten Radiumpräparates wirken. Die von der Substanz ausgehenden Strahlen wurden bis auf ein enges Bündel abgeblendet und trafen eine in etwa 4 Zentimeter Entfernung aufgestellte photographische Platte, auf der sie ein punktförmiges Bild erzeugten. Setzt man nun dieses dünne Strahlenbündel dem Einflusse es kreuzender magnetischer und elektrischer Strahlen aus, so wird es abgelenkt und der Punkt auf der Platte zu einer gekrümmten Linie aufgelöst. Die Ausmessung dieser Kurve gab die Grundlage für eine Berechnung der Masse und der Geschwindigkeit der vom Radium ausgehenden Teilchen. Ihre Geschwindigkeit kommt der des Lichtes fast gleich, während sie bei den Kathodenstrahlen nur $1/_5$ bis $1/_3$ der Lichtgeschwindigkeit beträgt. Für die Kleinheit der abgeschleuderten Körperchen, Unteratome oder Elektronen nennt man sie, läßt sich durch Zahlenangaben keine Vorstellung bilden. Kauffmann wendet einen Vergleich an, indem er sagt, daß ein Elektron im Vergleich zu einem Bazillus so groß sei wie der Bazillus im Vergleich zum Erdball.

Wir erhalten hier also neben den früher angenommenen kleinsten Teilchen der Materie, den Atomen und Molekeln, eine dritte und zu dieser sogar noch eine vierte Art überaus winziger Körperchen, die Elektronen und die Jonen, deren gegenseitiges Verhältnis in folgendem kurz auseinandergesetzt werden soll. Alle ringen sie um den Preis der Kleinheit, noch niemals ist eins von ihnen von einem menschlichen Auge gesehen worden; nur die Beobachtung der Naturvorgänge und die rechnende Überlegung zwingt uns, sie als wirklich vorhanden anzunehmen.

Unter einem Atom versteht der Chemiker bekanntlich den kleinsten Teil eines Elements, der sich weder durch mechanische noch durch chemische Mittel weiter teilen oder zerstören läßt. Wenn wir das Atom nun auch durch unsere Hilfsmittel nicht weiter zerlegen können, denken können wir uns seine weitere Teilbarkeit sehr gut; weshalb sollte es mit dazu geeigneten Mitteln nicht noch in Unteratome zu spalten sein? Die Erklärung der neueren Strahlenarten zwingt uns sogar, eine solche Zerlegbarkeit anzunehmen, so daß es künftig nicht mehr heißen wird: Ich werde dich in Atome zerschmettern, sondern: Ich zertrümmere dich zu Elektronen!

Nehmen wir nun einen zusammengesetzten Körper, z. B. das aus Chlor und Natrium bestehende Kochsalz, vor. Wir zerstoßen ein Stück davon im Mörser, wir nehmen eins der winzigen Teilchen und zerpulvern es abermals, wir versuchen unsere Kunst weiter an dem kaum noch sichtbaren Stäubchen: es bleibt Salz. Vermutlich würden wir aber, wenn wir den Teilungsprozeß nur lange genug fortsetzen könnten, am Ende doch eine Grenze erreichen, die wir nicht überschreiten dürften, ohne die Natur des Kochsalzes zu zerstören. Bei dem kleinsten Körper angekommen, der noch die Eigenschaften des Ganzen besitzt, von dem er genommen ist, haben wir ein Molekül oder eine Molekel vor uns. Die Molekel, die kleinste Menge einer Substanz, die in freiem Zustande existieren kann, besteht aus Atomen, das Salz z. B. aus einem Atom Chlor und einem Natriumatom. Auch der Schwefel, der doch zu den Elementen gehört, besteht in freiem Zustande keineswegs aus Einzelatomen, sondern aus Molekeln, welche mehrere Schwefelatome enthalten. Der Schwefeldampf enthält beim Siedepunkt des Schwefels drei, bei noch höherer Temperatur nur noch zwei Atome Schwefel in der Molekel. Weiter können wir das Schwefelmolekül durch Hitze nicht teilen, Schwefelatome für sich existieren also nicht, sondern nur in Verbindungen, z. B. der Schwefelsäure. Die Molekel des Wasserstoffes, welche aus zwei Atomen besteht, wiegt, wie mit Hilfe der kinetischen Gastheorie berechnet ist, 0·000000000000000000000004 Gramm. Da nun ein Liter Wasserstoffgas 0·08995 Gramm wiegt, so läßt sich berechnen, welche ungeheure Menge von Wasserstoffmolekeln in einem einzigen Liter dieses Gases durcheinander wirbeln. Welche Katastrophen sich beim Zusammenprallen dieser zahllosen unbändigen kleinen Wichte im Literkruge abspielen, wie sich im Nu Welten und Planetensysteme zusammenballen, um im nächsten Moment der Vernichtung anheimzufallen, das auszumalen bleibe der Phantasie des Lesers überlassen. Etwaige Bewohner solcher Molekelwelten brauchten sich der Kleinheit ihrer Weltkörper ebensowenig zu schämen, wie wir uns der Winzigkeit unserer Erde. Denn wie wir neben uns noch kleinere Planeten, Planetoiden und Monde, so sähen jene neben sich ebenfalls noch kleinere Massenteilchen, deren Existenz uns erst seit kurzem zum Bewußtsein gekommen ist. Vor allem hat die Untersuchung der Kathodenstrahlen auf ihre Spur geführt, jener merkwürdigen Vorläufer der Röntgenstrahlen, auf deren Eigenart wir deshalb einen Augenblick eingehen müssen.

Denken wir uns eine am Stativ befestigte knieförmig gebogene Röhre an ihren Enden mit je einem eingeschmolzenen Platindrahte versehen, von denen der eine eine kleine Aluminiumplatte trägt. Von dem mittleren Teil der Röhre zweigt sich ein dünnes, durch einen Hahn verschließbares Rohr ab, welches durch einen Schlauch mit einer vorzüglichen Luftpumpe in Verbindung steht, so daß wir der Röhre die Luft entziehen und ein Vakuum herstellen können. Die beiden Platindrähte werden mit den Leitungsdrähten eines Induktionsapparates verbunden, so daß der Strom an dem spitzen Draht — der Anode oder dem positiven Pol — ein- und an dem das Aluminiumplättchen tragenden — der Kathode oder dem negativen Pol — austritt. Verdünnen wir nun die Luft in der Glasröhre stark, etwa auf $1/_{300}$ ihrer ursprünglichen Dichtigkeit, und setzen den Induktionsapparat in Tätigkeit, so ergießt sich von der Anode eine rote, wirbelnde Lichtmasse, beinahe den ganzen Querschnitt der Röhre erfüllend, bis in die Nähe der Kathode; diese, durch einen dunklen Zwischenraum vom Anodenlicht getrennt, erscheint von einer zarten tiefblauen Lichthülle, dem Glimmlicht, umgeben. Setzen wir die Verdünnung der Luft fort, so ändern sich die Lichterscheinungen. Das positive rote Licht zieht sich mehr und mehr zum Anodenende zurück; wenn die Röhre fast luftleer ist, so ist es verschwunden, und das Innere der Röhre erscheint dunkel. Dagegen zeigt sich auf dem der Kathode



gegenüberliegenden Teile der Glaswand ein intensiv grünes Fluoreszenzlicht, hervorgebracht durch die für das Auge unsichtbaren, aus der Kathode hervorbrechenden Strahlen, welche senkrecht von der Oberfläche des Aluminiumblättchens ausgehen und, unbeeinflußt durch die Lage der Anode, die Röhre in geraden Linien durcheilen. Durch magnetische Kräfte können die Kathodenstrahlen von ihrem Wege abgelenkt werden, was durch die Ortsveränderung des Fluoreszenzlichtes angezeigt wird; diese Strahlen sind also nicht, wie die Lichtstrahlen, Wellenbewegungen des Äthers, sondern mit enormer Schnelligkeit bewegte kleine Teile der Materie, an welche die elektrischen Ladungen gebunden sind. Diese negativ geladenen Massenteilchen sind viel kleiner als die gewöhnlichen Atome. Ein solches Partikelchen, ein Elektron, ist etwa 2000mal kleiner als ein Wasserstoffatom und bewegt sich, wie schon bemerkt ist, mit $^1/_5$ bis $^1/_3$ der Lichtgeschwindigkeit fort.

Werden nun diese mit einer Geschwindigkeit von rund 55.000 Kilometer in der Sekunde dahinrasenden kleinen Schwerenöter von der Glaswand gehemmt, so muß von ihnen eine elektrische Woge explosionsartig in den Raum hinausgehen, wie eine Schallwelle von einem auftreffenden Geschoß. Und in der Tat macht sich diese elektrische Welle bemerkbar in den Röntgenstrahlen. Halten wir hinter die von den Kathodenstrahlen hervorgerufene fluoreszierende Stelle der Glaswand einen Papierschirm, der mit phosphoreszierender Substanz bestrichen ist, so leuchtet er sofort in grünem Lichte auf. Schiebt man zwischen Röhre und Schirm metallene Gegenstände, z. B. ein Etui mit Reißzeug, so treten auf dem Schirme die Schattenbilder der Zirkel und Federn hervor. Benutzt man die Hand zu dem Zwecke, so zeigt sich ein Abbild des Handskeletts, des Ringes inmitten der nur zart angedeuteten Fleischteile, und mittels der photographischen Platte werden diese Schattenbilder leicht fixiert. Diese von dem fluoreszierenden Fleck der Glaswand ausgehenden, Holz, Glas und die Weichteile des menschlichen Körpers durchquerenden, vom Knochen und Metall gehemmten unsichtbaren Strahlen sind eben die berühmten Röntgenstrahlen. Daß sie nicht identisch sind mit den sie veranlassenden Kathodenstrahlen, sehen wir schon daraus, daß man sie nicht wie die letzteren durch Einwirkung des Magneten von ihren geradlinigen Bahnen ablenken kann.

Auch auf anderen Gebieten hat man die Elektronen entdeckt. Maxwells jetzt ziemlich allgemein anerkannte elektromagnetische Lichttheorie nimmt an, daß alle Lichtschwingungen von elektrisch geladenen Teilchen in einer Flamme ausgehen. Ein kräftiger Magnet übt auch auf diese Teilchen eine Wirkung aus. Sein Einfluß wird in eigentümlichen Veränderungen des Spektrums der Flamme, in der Verdopplung und Verdreifachung mancher Linien desselben sichtbar. Aus dieser nach dem Entdecker das Zeemansche Phänomen genannten Erscheinung hat man Form und Geschwindigkeit der in Lichtschwingung befindlichen Teilchen ermittelt und gefunden, daß nicht, wie man früher annahm, das ganze chemische Atom mit seiner elektrisch positiven und negativen Ladung in der Flamme schwinge, sondern daß die Masse mit der positiven Ladung stillsteht und nur das negativ geladene Teilchen, das Elektron, schwingt. Die außerordentliche Kleinheit der Elektronen und der Umstand, daß ihre Größe unabhängig erscheint von der Materie, aus der sie hervorgehen, legt die Vermutung nahe, daß wir in ihnen die überall gleichen Urbestandteile aller Elemente, die Urmaterie, vor uns haben und daß alle materiellen Atome als Konglomerate (Zusammenballungen) von Elektronen anzusehen sind. Anderseits ist auch der Gedanke nicht abzuweisen, den schon Helmholtz angedeutet und Nernst auf der letzten Naturforscherversammlung ausgesprochen hat, daß die Elektrizität eine Substanz sei wie die übrigen Stoffe, nicht, wie bisher feststand, eine Naturkraft. Es gäbe dann außer den bisherigen chemischen Elementen noch zwei neue, die positiven und die negativen Elektronen, die sich von den übrigen durch ihr äußerst geringes Atomgewicht unterscheiden würden. Sie sind sozusagen frei existierende elektrische Ladungen, welche sich wie Massenteilchen verhalten.

Das Auftreten der Becquerelstrahlen als eines dritten Tummelplatzes der Elektronen hat die Situation nicht vereinfacht. Daß ihre Ausstrahlung aus dem Radium ohne jede äußere Einwirkung erfolgt, macht sie für uns zu einem vollkommenen Rätsel. Obwohl das Radium der Pechblende seit seiner Bildung im Erdschoße unablässig dieselbe Energie ausgestrahlt hat, sehen wir sie auch heute noch unvermindert tätig in ihr. Müßte da nicht, wenn die Strahlung wirklich in der Abstoßung materieller Teilchen bestünde, das Radium in den ungeheuren Zeiträumen der Erdgeschichte längst verbraucht sein? Doch will Becquerel berechnet haben, daß eine 1 Millimeter breite Strahlenquelle von Radium soviel Energie ausstrahlte, daß diese für den Zeitraum von einer Milliarde von Jahren 1 Milligramm Stoff ausmachen würde, was freilich für unsere Begriffe genau so viel wie nichts ist.

Manche Forscher bedienen sich anstatt des Ausdruckes „Elektron“ auch der Bezeichnung „Jon“ für dieselbe Sache. Letzterer Terminus bleibt aber besser der Sache vorbehalten, für die er ursprünglich aufgestellt war, nämlich für ein Atom, das positiv oder negativ elektrisch geladen ist. Ein Beispiel wird diesen Begriff deutlicher machen. Wenn man ein Quantum Salzsäuregas, eines durch Vereinigung von Chlor und Wasserstoff unter heftiger Explosion erzeugten Gases, in ein Gefäß einschließt, so üben die Salzsäuremolekeln einen bestimmten Druck auf die Gefäßwände aus. Löst man nun dasselbe Quantum Gas in Wasser auf, mit dem sich Salzsäure begierig verbindet, so übt es den doppelten Druck aus, es scheinen also jetzt doppelt so viele Molekeln im Wasser enthalten zu sein. Für diese rätselhafte Tatsache gab Arrhenius eine wahrscheinlich zutreffende Erklärung. Demnach enthält das Wasser gar keine Salzsäuremolekeln mehr, sondern Chlor und Wasserstoff in getrenntem Zustande, aber nicht in der Form, wie wir diese beiden Gase kennen;



denn sonst müßte doch der Wasserstoff entweichen und das Chlor durch seinen stechenden Geruch sich bemerklich machen. Die Molekeln sind hier zu Jonen geworden, bestehend aus dem Atom Wasserstoff + dem Atom „positives Elektron“ oder dem Atom Chlor + dem Atom „negatives Elektron“. Diese Jonen treten bei der Elektrolyse, der Zerlegung durch den elektrischen Strom, als die Transporteure der Elektrizität auf. Wenn wir durch die Salzsäurelösung einen Strom leiten, so geben die positiv geladenen Wasserstoffionen ihre Ladung an der negativen Elektrode ab, gehen dadurch aus dem Jonenzustand in ihre gewöhnliche Form über und entweichen als gasförmiger Wasserstoff, und dasselbe geschieht mit dem Chlor an der positiven Elektrode.

Die luftelektrischen Erscheinungen.

Zu den gewaltigsten atmosphärischen Entladungen gehört der Blitz, „der flammend niederschlägt, die Atmosphäre zu verbessern, die Gift und Dunst im Busen trägt“. Wohltätig und verderblich zugleich, erschien er dem Menschen stets als natürliche Waffe in der Hand der höchsten Gottheit, und erst ein Geschlecht, das dem Himmel diese Waffe mittels des Blitzableiters entrungen und sie als elektrischen Funken erkannt hatte, konnte die Frage nach der Entstehung so ungeheurer elektrischer Spannungen aufwerfen. Die Jonentheorie hat den zahlreichen älteren Versuchen, die Entstehung der Luftelektrizität zu erklären, einen neuen hinzugefügt, um dessen Zustandekommen sich besonders die beiden Physiker J. Elster und H. Geitel verdient gemacht haben.

Die gewöhnliche atmosphärische Luft hat, obwohl man sie zu den Nichtleitern der Elektrizität rechnet, unzweifelhaft ein geringes Leitvermögen. Ein in freier Luft oder im Zimmer isoliert aufgestellter elektrisierter Leiter verliert seine Ladung allmählich an die Luft, und zwar, wenn man den Verlust beständig durch Neuladung ersetzt, büßt er in etwa 100 Minuten eine Elektrizitätsmenge ein, die seiner Gesamtladung gleichkommt. Ist der Körper der freien Atmosphäre ausgesetzt, so ist sein Elektrizitätsverlust von dem Zustande der Luft abhängig. Nebel und andere Trübungen, z. B. auch Höhenrauch, verlangsamen die Entladung, neblige Luft leitet also schlechter als reine. Ist die Luft ausnahmsweise rein und durchsichtig, so kann die Elektrizitätszerstreuung selbst im Tieflande, wo sie sonst am geringsten ist, zehnmal so groß wie bei Nebelwetter sein. Dagegen macht es im Tieflande gewöhnlich keinen Unterschied, ob man den Versuchskörper positiv oder negativ geladen hat.

Angeregt durch diese in Wolfenbüttel angestellten Versuche, beschlossen unsere Beobachter, sie in größeren Höhen fortzusetzen, um zu sehen, ob die Klarheit der Atmosphäre von wesentlicher Bedeutung sei. Messungen auf dem Brocken, auf dem Säntis und in der Umgebung von Zermatt, also auf der Sohle eines Hochtals, zeigten in der Tat, daß in der reineren Luft der Gebirge die Elektrizität sich weit schneller als in der Ebene zerstreute. Dabei fiel noch eine merkwürdige Erscheinung auf. Während auf der Sohle von Hochtälern die Zerstreuung ebenso wie in Wolfenbüttel für positive und negative Ladungen gleich groß war, war auf Bergspitzen der Verlust an negativer Elektrizität durchweg größer als der für positive. Das zeigte sich schon deutlich auf dem Brocken, und auf dem weit höheren Säntis war die Zerstreuung für negative Ladung ungefähr viermal so groß wie für positive. Auf Grund der Jonentheorie lassen sich diese Erscheinungen folgendermaßen erklären.

Die Gegenwart von glühenden Körpern, von Flammen, die Durchstrahlung mit Röntgen- oder Becquerelstrahlen oder mit kurzwelligem Sonnenlicht versetzt Gase, die wie die Luft in gewöhnlichen Verhältnissen die Elektrizität nicht leiten, in einen Zustand merklicher Leitfähigkeit. Man kann die so erworbene Eigenschaft des Gases auf das Vorhandensein ungemein kleiner, entgegengesetzt elektrischer Teilchen in ihm zurückführen, deren Gesamtladung sich für gewöhnlich aufhebt und die in dem Gase wie in einem absolut isolierenden Mittel schweben. Sie stimmen mit den bei der Elektrolyse auftretenden Trägern der Elektrizität insofern überein, als sie ebenfalls sehr kleine Teilchen ponderabler (wägbarer) Materie in Verbindung mit hohen elektrischen Ladungen darstellen, und werden deshalb, ohne daß man dadurch beide für identisch erklären will, ebenfalls Jonen genannt.

Solche Jonen, und zwar positiv und negativ geladene in ungefähr gleicher Menge, enthält auch die normale atmosphärische Luft. Ein positiv geladener Leiter zieht die negativen, ein negativ geladener die positiven an und wird durch Berührung mit ihnen allmählich entladen. Die Erde besitzt bekanntlich eine feststehende, wenn auch geringe negative Ladung. Um die Bergspitzen, in denen die Dichtigkeit der negativen Erdelektrizität am größten ist, sammeln sich vorzugsweise die positiven Jonen an, und daraus erklärt es sich, daß auf Berghöhen der Verlust negativer Ladungen am größten ist. In reiner Luft finden die Jonen, abgesehen von gegenseitiger Reibung, kein Hindernis ihrer Bewegung; im Nebel dagegen sind sie teilweise oder vollständig an die feinen Wassertröpfchen gebunden, für die sie Verdichtungskerne gebildet haben oder denen sie begegnet sind. Dadurch ist zwar ihre Masse beträchtlich vergrößert, ihre Beweglichkeit jedoch so gut wie aufgehoben.

Auf Grund der Jonentheorie läßt sich auch die ständig negative Eigenladung des Erdkörpers in ungezwungener Weise erklären, worauf hier jedoch nicht eingegangen werden soll. Wir wollen vielmehr noch einen Augenblick bei den elektrischen Vorgängen, bei Wolken- und Gewitterbildung verweilen. Versuche von J. J. Thomson haben ergeben, daß sich bei Nebelbildung zuerst die kleineren und schnelleren negativen Jonen an Wassertröpfchen binden, während die etwa 70mal so großen langsameren positiven noch ungebunden sind. Eine sich bildende Wolke wäre demnach als ein Gemisch negativ geladener Tröpfchen mit Luft, die freie positive Jonen enthält, anzusehen. Eine solche Wolke wird im Augenblick ihrer Bildung nach außen elektrisch nicht wirken können, wohl



aber dann, wenn durch die Fallbewegung die negativ geladenen Tröpfchen sich von der dazwischen gelagerten positiven Luft getrennt haben. Sind erstere entführt, so werden bei fortschreitender Ausdehnung und Abkühlung der Luft auch die positiven Jonen zu Verdichtungskernen des Wasserdampfes, und die ihnen anhaftenden positiven Ladungen werden mit den Niederschlägen zur Erde geführt. Innerhalb der Wolke ist ein Ausgleich der Spannung wegen der geringen Beweglichkeit der Jonen in ihr nur in gewaltsamer Weise möglich. Die Zahl der Jonen ist, wie die Beobachtungen in den Alpen zeigen, in den höheren Luftschichten größer als an der Erdoberfläche; sie vermehrt sich in noch größerer Entfernung von ihr unter dem Einflusse der meist von den äußersten Schichten der Atmosphäre absorbierten ultravioletten Sonnenstrahlen wahrscheinlich noch ganz beträchtlich. Der Ursprung so großer Elektrizitätsmengen, wie sie ein Gewitter liefert, erscheint dadurch weniger befremdend.

Mit der hier vorgeführten Mitwirkung der Jonen bei der Gewitterbildung scheint sehr wohl vereinbar, was schon vor mehreren Jahrzehnten Dr. Hermann, J. Klein, A. Meydenbauer und Prof. A. Fick als Ursache der plötzlichen Elektrizitätsentladungen angesehen haben. Wir sind geneigt, die bei Gewittern stoßweise auftretenden starken Regenschauer als eine Folge der heftigen Blitze, denen sie gewöhnlich unmittelbar nachfolgen, aufzufassen. In Wirklichkeit dürfte die Sache sich umgekehrt verhalten. Die eine Gewitterwolke bildenden, elektrisch geladenen Dunstkügelchen tragen die Ladung auf ihrer Oberfläche. Durch Vereinigung zahlreicher Dunstkügelchen zu größeren Tropfen erhalten die letzteren eine weit höhere Spannung, als sie ertragen können, da ihr Umfang nicht in gleichem Verhältnis wie der Inhalt wächst. Nehmen wir beispielsweise in einem Tröpfchen von ein Hundertstel Millimeter Durchmesser die elektrische Ladung = 1 an. Bildet sich nun aus solchen Kügelchen ein Tropfen von 1 Millimeter Durchmesser, so ist dazu eine Million der ersteren erforderlich.

Die auf ihrer Oberfläche verteilt gewesene Elektrizität von einer Million Einheiten muß nun auf der Oberfläche des neuen Tropfens Platz finden, die aber nur 10.000mal so groß wie die des einzelnen Kügelchens ist; mithin wird die elektrische Spannung auf ihr 100mal größer sein als auf dem 0·01 Millimeter-Tröpfchen. Die auf den zahllosen, schnell entstehenden Wassertropfen herrschende übermäßige Spannung bricht sich in den gewaltigen Blitzentladungen Bahn, und zwar dauern diese so lange fort, wie die Vereinigung von kleineren zu größeren Tropfen stattfindet. Da nun die Regentropfen geraume Zeit brauchen, um zur Erde zu gelangen, so sehen wir den durch ihre Tätigkeit hervorgerufenen Blitz eher als sie und halten letzteren für die Ursache der plötzlichen Zunahme des Niederschlages. Zu einer vollkommen klaren, allseitig anerkannten Theorie der Blitzbildung und des Gewitters sind wir freilich trotz aller Erklärungsversuche noch nicht gelangt. Hinsichtlich des Blitzes sind jedoch noch einige interessante Forschungsergebnisse zu verzeichnen.

Die gewaltige Stromstärke des Blitzes, ausgedrückt in den üblichen elektrischen Maßeinheiten, ist neuerdings mit Hilfe von Basaltprismen ermittelt worden, die sich in bekanntem Abstande von der Blitzbahn befanden und beim Durchgange eines Blitzes durch den Blitzableiter dauernd magnetisiert wurden. Aus der Stärke dieser Magnetisierung ergab sich für zwei Blitzentladungen eine Stromstärke von je 20.000 und 11.000 Ampère, so daß man mit Hilfe des letzteren Schlages, wenn man seine Kraft elektrolytisch verwenden könnte, in einer Minute 76.560 Kubikzentimeter Wasserstoffgas abscheiden könnte. Der Umstand, daß Gewitter auf weite Entfernungen hin das Nervensystem empfindlicher Personen beeinflussen, brachte Herrn F. Larroque auf die Vermutung, daß die Träger dieser Fernwirkungen die bekannten, bei der drahtlosen Telegraphie verwandten Hertzschen Wellen sein könnten, die sich am Orte der elektrischen Entladungen erzeugen und nach allen Richtungen fortpflanzen. Er prüfte diese Vermutung durch eine Vorrichtung, welche dem Empfänger bei der drahtlosen Telegraphie entsprach, wobei als Anzeiger in einem dunklen Raume eine kleine Lücke in der Erdleitung des Empfängers diente; die an dieser Lücke überspringenden Fünkchen waren mit bloßem Auge sichtbar. Es wurden nun zweimal bei klarem Himmel solche Fünkchen am Empfänger beobachtet infolge von Gewittern, von denen das eine in Schottland, das andere in Korsika sich entladen hat, während der Beobachter sich in Paris befand. Auch diese Entdeckung, falls sie sich bestätigt, würde dartun, daß die Hoffnungen Marconis und der anderen Erfinder von Systemen drahtloser Telegraphie, über den Ozean und um den Erdball telegraphieren zu können, nicht so überschwänglich sind, wie sie scheinen.

Während man früher die Natur des Blitzes mit Hilfe isolierter Drähte studierte, ein sehr gefährliches Unternehmen, das einigen vorzüglichen Forschern das Leben gekostet hat, bedient man sich seit 20 Jahren der Photographie zu diesem Zwecke, und ohne Zweifel ist manchem Leser selbst schon eine Momentaufnahme des elektrischen Funkens geglückt. Für diejenigen, welche es gleichfalls versuchen möchten, hier eine kurze Anleitung. Da man nicht im voraus wissen kann, wann ein Blitz erfolgt, so ist man auf die Nacht beschränkt und muß mit offener Kamera arbeiten. Der Apparat wird für ein unendlich weit entferntes Objekt eingestellt und auf die Gegend des Himmels gerichtet, an der sich das Gewitter abspielt. Es ist möglich, auf einer Platte nicht nur verschiedene gleichzeitige, sondern auch mehrere aufeinander folgende Entladungen aufzufangen, von denen die zuerst aufgenommene sich auf dem Positiv als „dunkler Blitz" verraten soll. Behufs zeitlicher Untersuchung des Blitzes hat Dr. Walter in Hamburg einen photographischen Apparat auf einer Achse befestigt, die durch ein Uhrwerk innerhalb eines gewissen Zeitraumes gleichmäßig gedreht wird. Eine große Anzahl damit aufgenommener Photogramme ergab, daß viele Blitze aus mehreren aufeinander folgenden Entladungen bestehen, von denen die erste von der Wolke aus nur eine kurze Wegstrecke zurück-



legt, während die zweite schon länger wird, die vierte oder fünfte aber erst die Erde erreicht. Es ist, als ob der Blitz sich erst mit einer gewissen Anstrengung den Weg nach unten bahnen müßte. Ähnliche Entladungserscheinungen zeigen sich auch, wenn der Entladungsfunken eines Funkeninduktors photographiert wird. Die verschiedene Farbe der Blitze läßt vermuten, daß es sich das einemal um eine Entladung positiver, das anderemal um eine solche negativer Elektrizität handelt, was nach dem oben dargelegten Verhalten der positiven und negativen Jonen im Bereiche der Wolken sehr wahrscheinlich ist.

Auch das Spektrum des Blitzes ist mit Hilfe photographischer Teleskope, vor deren Objektivgläsern zu dem Zwecke ein großes Prisma angebracht wird, mehrfach aufgenommen worden. Dabei ergab sich die merkwürdige Tatsache, daß das Spektrum des Blitzes nicht immer gleich ist. Die Blitzspektra geben augenblicklich noch manches Rätsel zu lösen. Auch die den Blitzentladungen anscheinend so nahverwandten, durch Wechselströme von abnorm hoher Spannung erzeugten Tesla-Phänomene, die dem natürlichen Blitze äußerlich am meisten gleichen, bergen noch viel Rätselhaftes.

Als bequemes Werkzeug, die Entfernung des Blitzes recht genau festzustellen, benützt man gegenwärtig die gewöhnliche Weckeruhr. Man bestimmt diese Entfernung bekanntlich, indem man die Sekunden zwischen dem Aufflammen des Blitzes und dem Beginn des Donners zählt und mit der Schallgeschwindigkeit multipliziert. Da letztere in der Sekunde rund $^1/_3$ Kilometer beträgt, so legt die Schallwelle je 100 Meter in dem zweihundertsten Teil einer Minute zurück. Nun haben die gewöhnlichen, billigen Wecker Ankerhemmungen, deren Unruhe 200 Schwingungen in der Minute ausführt. Sie schlagen so laut, daß man die Schwingungen leicht zählen und bei einiger Übung sogar noch Bruchteile davon abschätzen kann. Stellt man beim Gewitter eine solche Uhr neben sich, so hat man nur die Zahl ihrer Schläge zwischen dem Blitz und dem Anfange des Donners zu zählen, um daraus durch Multiplikation mit 100 sofort die Entfernung der betreffenden Gewitterwolke in Metern zu erhalten.

Ätherfragen.

Die elektrischen Wellen pflanzen sich mit der Geschwindigkeit des Lichtes im Raume fort, und der leider allzufrüh verstorbene Hertz hat durch geniale Versuche nachgewiesen, daß die Strahlen der elektrischen Energie sich auch im übrigen genau den Gesetzen des Lichtes fügen: sie lassen sich durch Hohlspiegel zurückwerfen, werden durch riesige Pechprismen gebrochen und schwingen gleich den Lichtstrahlen senkrecht zu ihrer Fortbewegungsrichtung in sogenannten Transversalschwingungen, welche durch geeignete Vorrichtungen ausgelöscht oder polarisiert werden können. Ein Unterschied zwischen den Licht- und den elektrischen Wellen besteht nur dem Grade nach. Während erstere, je nach ihrer Farbe, Wellenlängen haben, die zwischen 4 und 7·5 Zehntausendsteln eines Millimeters liegen, sind die Hertzschen Wellen einige Zentimeter, ja selbst Meter lang. Aber auch diese gewaltigen Wellen zeigen, wenn direkte und zurückgeworfene Strahlen sich treffen, die Erscheinung der Interferenz, das Hervortreten von Knoten und Bäuchen, wie die Lichtwellen. Man kann also das Verhältnis der beiden Naturkräfte heute folgendermaßen ausdrücken: Elektrische Wellen von sehr kurzer Schwingungsdauer erscheinen uns als Lichtwellen, oder umgekehrt: Lichtwellen von relativ sehr großer Schwingungsdauer bringen elektrische Wirkungen hervor.

Noch vor wenigen Jahrzehnten wußte man die Elektrizität im Reigen der Kräfte nicht recht unterzubringen. Der berühmte Berliner Physiker Dove pflegte die innere Übereinstimmung dreier Naturerscheinungen, des Schalles, der Wärme und des Lichtes, seinen Zuhörern in folgendem hübschen Bilde zu veranschaulichen. „In der Mitte eines großen, finsteren Zimmers befinde sich ein Stab, der in Schwingungen versetzt ist, während zugleich eine Vorrichtung vorhanden sein soll, die es gestattet, die Geschwindigkeit dieser Schwingungen fortwährend zu vermehren. Man trete in dieses Zimmer in dem Augenblick, wo der Stab viermal in der Sekunde schwingt. Weder Auge noch Ohr sagt uns etwas von seinem Vorhandensein, nur die Hand macht ihn uns bemerkbar, wenn seine Schläge sie berühren. Aber die Schwingungen werden schneller, sie erreichen die Zahl 32 in der Sekunde und ein tiefer Baßton trifft unser Ohr. Der Ton erhöht sich fortwährend; er durchläuft alle Mittelstufen bis zum höchsten, schrillenden Gekreisch; aber nun, bei ungefähr 40.000 Schwingungen, sinkt alles in die vorige Grabesstille zurück. Noch voller Erstaunen über das Gehörte fühlt man dann plötzlich vom schwingenden Stabe her, sobald die Zahl seiner Schwingungen 50 Billionen in der Sekunde erreicht hat, eine angenehme Wärme sich strahlend verbreiten, so behaglich, wie sie etwa ein Kaminfeuer aussendet. Noch aber bleibt alles dunkel. Doch die Schwingungen werden immer schneller; steigt ihre Zahl auf 400 Billionen, so dämmert ein schwaches rotes Licht auf. Es wird immer lebhafter, der Stab glüht rot, dann wird er gelb und durchläuft alle Farben des Regenbogens; bis nach dem Violett, wenn der Stab die gewaltige Zahl von 800 Billionen Schwingungen in der Sekunde ausführt, alles wieder in Nacht versinkt."

Die in diesem Bilde gegebenen Anschauungen bedürfen einiger Ergänzungen. Während beim Schalle der tongebende Körper als Ganzes oder in größeren Abschnitten schwingt, geraten bei der Erzeugung von Licht und Wärme die kleinsten Teilchen, die Moleküle und Atome, in Schwingungen: die molaren Schwingungen werden allmählich durch molekulare Vibrationen abgelöst. Erstere, die Massevibrationen, werden dem Ohre durch die Luft, bisweilen auch durch feste oder flüssige Körper zugetragen. Zur Übermittlung der ungeheuer schnellen Wärme- und Lichtschwingungen schien ein anderes, überaus feines Mittel erforderlich, der sogenannte Weltäther, von dem wir annehmen, daß er den Weltraum, die Atmosphäre und sämtliche Körper erfülle.



Der Äther ist also eine zur Erklärung gewisser physikalischer Vorgänge aufgestellte Hypothese; aber auch in dieser bescheidenen Eigenschaft wird er neuerdings scharf angefochten. Schauen wir ihm deshalb einmal etwas in die Karten, um zu erfahren, was von ihm zu halten ist! Da er den ganzen Weltraum erfüllt und doch die Bewegung der ihn durcheilenden Weltkörper nicht hemmt, so ist er offenbar imponderabel (d. h. unwägbar, ohne Schwere), und zwischen ihm und den ponderablen Massen findet keine Anziehung statt. Dennoch glaubt man aus der Energie der von ihm übermittelten Sonnenstrahlen und aus elektrischen Erscheinungen ein spezifisches Gewicht des Äthers ermittelt zu haben. Die dafür gefundenen Werte liegen zwischen 0·000000001 und — hoffentlich hat der Setzer noch so viel Nullen im Kasten — 0·0000000000000000001, d. h. zwischen nichts und gar nichts, während das spezifische Gewicht des Wasserstoffes etwa 0·0001, das der Luft ungefähr 0·001 ist; so viel wiegen also diese beiden Gase im Vergleich zu einem ebenso großen Volumen Wasser auf der Erdoberfläche. Versetzen wir uns aber an die Grenzen unseres Luftmeeres, in Höhen von 200 bis 300 Kilometer über dem Erdboden, so ist die Luft dort so dünn, daß ihr Gewicht dem des Äthers gleich oder gar noch kleiner ist als dieses. Wenn der Äther demnach als ein äußerst feines Gas erscheinen könnte, so zwingt uns doch eine andere Erscheinung, von einer Vergleichung mit den bekannten Gasen ganz abzusehen, nämlich die Schwingungen des Lichtes und der Elektrizität. Diese Ätherschwingungen vollziehen sich senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung als sogenannte Quer- oder Transversalwellen. Bewegungen dieser Art kennen wir sonst nur noch in elastisch festen Körpern, sie sind nur denkbar, wenn zwischen den Teilen des schwingenden Körpers Zusammenhalt oder Kohäsion besteht. In Gasen, welche stets bestrebt sind, den ihnen zur Verfügung stehenden Raum völlig auszufüllen, gibt es wohl Abstoßungs-, aber keine Anziehungs- oder Kohäsionskräfte. Deshalb sind die in der Luft, einem Gase, sich fortpflanzenden Schallwellen nicht Transversal-, sondern Longitudinal- oder Längsschwingungen. Der Äther verhält sich also bei den Lichtwellen in Bezug auf Elastizität wie ein fester Körper, dessen Starrheit der berühmte englische Physiker William Thomson (jetzt Lord Kelvin) auf ein Zehnbillionstel von derjenigen des Stahles bestimmt hat. Freilich seien die an ihn gestellten Anforderungen im Vergleich zu denen, die dem Stahl auferlegt werden, ja auch verschwindend klein; denn es beträgt beim kräftigsten Sonnenlicht der höchste Betrag des Ausschlags, die sogenannte Schwingungsweite, in den Transversalschwingungen schwerlich mehr als 6 Milliardstel Millimeter. Man hat sich deshalb den Äther unter dem Bilde einer sehr stark verdünnten Gallerte vorzustellen versucht, die sich für Lichtschwingungen wie ein fester Körper, sonst aber wie eine vollkommene Flüssigkeit verhalte und die wägbare Materie ungehindert passieren lasse.

Aber auch diese Vorstellung erhält wieder einen Stoß, wenn wir von den Lichtwellen auf die ihnen so nahe verwandten elektrischen Schwingungen übergehen, die sich, wie oben bemerkt, gleichfalls mittels des Äthers fortpflanzen sollen, aber wahre Riesen im Vergleich zu den Zwergwellen des Lichtes sind; denn sie haben Längen bis zu einigen Metern und machen demgemäß auch weit weniger Schwingungen in der Sekunde, nämlich nur 100 bis 1000 Millionen, während das Ätherteilchen der Lichtwelle in derselben Zeit mehrere hundertbillionenmal schwingt. Natürlich hat man, um dieser Schwierigkeit zu entrinnen und die Äthergallerte zu retten, schleunigst eine neue Eigenschaft des Äthers ersonnen, die wieder zu neuen Widersprüchen führt.

Imponderabel und doch mit einem feststellbaren spezifischen Gewicht behaftet; nicht aus Atomen oder Molekeln bestehend und doch gleichzeitig die Eigenschaften eines festen, flüssigen und luftförmigen Körpers zeigend; elastisch und von höchster Starrheit zugleich, ist der Äther sozusagen weder Fisch noch Fleisch, weder eine wissenschaftliche Tatsache noch eine richtige Hypothese. Denn auch bei einer solchen muß die Bestätigung durch Erfahrung wenigstens denkbar sein. Schon manchem Leser wird daher die Vermutung aufgestiegen sein, daß das alles eigentlich nur gespaßt sei, und in der Tat verhält sich die Sache auch so. Kein denkender Physiker glaubt ernstlich an die Existenz des Äthers. Schon vor 15 Jahren schrieb der Franzose Poincaré in der Einleitung zu seinen Vorlesungen über die „Mathematische Theorie des Lichtes" folgende Sätze: „Die Frage, ob der Äther wirklich existiert, hat für uns (d. h. die Physiker) wenig Bedeutung; das zu untersuchen, ist die Sache der Metaphysiker! Für uns bleibt die Hauptsache, daß alles so vor sich geht, als wenn der Äther tatsächlich vorhanden wäre, und ferner, daß diese Hypothese eine einfache Erklärung der verschiedenen Erscheinungen gestattet. Haben wir denn einen anderen Grund, an die Existenz materieller Gegenstände zu glauben? Dies ist doch auch nur eine bequeme Hypothese. Freilich wird dieselbe wohl niemals aufgegeben werden, während zweifellos eines Tages die Annahme von dem Vorhandensein des Äthers als unnütz verworfen werden wird." Dieser Tag ist sicherlich nicht mehr weit; denn je mehr sich unsere Kenntnis der Tatsachen erweitert, desto weniger will der Äther seiner Lebensaufgabe, eine bequeme Erklärung der verschiedenen Erscheinungen zu gestatten, genügen. Immer neue Qualitäten werden auf seinen Scheitel gehäuft, bis er schließlich unter der Last zusammenbrechen wird. Wie aber die Metaphysiker über die ihnen zugedachte Aufgabe, die Existenz des Äthers zu rechtfertigen, denken, hat schon vor 50 Jahren Schopenhauer durch seine Entrüstung über die „jetzt überall so unverschämt aufgetischte kolorierte Äther-Trommelschlag-Theorie" genügend kundgetan.



Die Kräfte des Luftmeeres.

(Meteorologie.)

Die Erforschung des Luftmeeres. * Wolkenstudien. * Stürme und Sturmwarnungen. * Die Bekämpfung der Wettermächte.

Die Erforschung des Luftmeeres.

Eine Ballonfahrt mitzumachen, emporzuschweben zu jenen reinen, ätherischen Höhen, in denen die Erde nur noch wie ein schönes, stilles Bild wirkt — wer unter den werten Lesern hätte sich das nicht gewünscht! Doch wenn nun des Wunsches Erfüllung an uns heranträte, ob wir da nicht in letzter Minute uns doch noch eines Besseren besönnen und den Fesselballon einer freien Hochfahrt vorzögen? Adalbert Stifter hat in seiner prachtvollen Erstlingsnovelle „Der Kondor“ mit



Berlin SW. aus 2000 Meter Höhe. Belle Alliance-Platz.

dichterischer Anschaulichkeit die Empfindungen eines Laien während einer solchen Fahrt geschildert, und wir dürfen ihm schon glauben, daß sie nicht durchweg angenehm sind, wenn wir hören, welchen Beschwerden Luftschiffer von Beruf nicht selten ausgesetzt sind. Erstickten doch bei der Hochfahrt Tissandiers am 15. April 1875 seine beiden Gefährten in 8300 Meter Höhe, weil sie nicht mehr die Kraft besaßen, die Röhren der mitgenommenen Atmungsballons zu handhaben.

Die größte Höhe haben bisher die beiden Luftschiffer Berson und Dr. Süring am 31. Juli 1901 erreicht. Sie benützten einen 8400 Kubikmeter fassenden Ballon, der jedoch, um dem Gase recht viel Raum zur Ausdehnung in der Höhe zu lassen, nur 5400 Kubikmeter Wasserstoffüllung erhielt. Um $10^1/_2$ Uhr morgens begann die vorzüglich, unter anderem auch durch einen Probeaufstieg bis zu 7300 Meter vorbereitete Fahrt. Der Ballast war am Ringe derart befestigt, daß immer nur eine Leine durchgeschnitten zu werden brauchte, um den Inhalt eines Sackes zu entleeren. Zunächst ganz langsam, dann immer schneller stieg der Ballon, bis die Ausdehnung des Gases ihn vollständig prall gemacht hatte. Nun begann man ihn durch Abschneiden von immer zwei Sack Ballast höher zu treiben. Der Sauerstoff wurde bald zur Atmung benützt, um die nötige Frische zu erhalten, obwohl Berson sowohl bei früheren Fahrten als auch bei Prüfungen in der pneumatischen Kammer bewiesen hatte, daß er die starken Luftverdünnungen in 7000, ja bis etwa 8000 Meter ohne Sauerstoffatmung ohne sonderliche Beschwerden ertragen könne. Bei 8000 Meter Höhe begannen diese Beschwerden bei Dr. Süring jedoch so stark zu werden, daß er bald in Ohnmacht fiel. Durch Berson erweckt, bat er, nicht Ventil zu ziehen, sondern den Ballon durch Ballastschütten noch höher zu treiben. Gegen 10.000 Meter fiel Süring abermals in Ohnmacht. Sein Gefährte versuchte diesmal vergebens, ihn zu wecken, und glaubte schon eine Leiche vor sich zu haben, weshalb er sofort das Ventilziehen begann; er weiß selbst nicht mehr, ob einmal, zweimal oder dreimal. Infolge der ungeheuren Anstrengung sank auch er ohnmächtig zusammen, während der Ballon fiel. Erst nach $^3/_4$ Stunden erwachten beide in 5000 Meter Höhe und vermochten, obwohl noch sehr schlapp, wenigstens die Landung glatt durchzuführen.

Die erreichte Höhe ist auf 10.800 Meter zu schätzen, da die letzte Beobachtung, deren Berson fähig war, 202 Millimeter bei 40° Kälte betrug. Der Ballon war aber noch im Ansteigen. Berson hat mit dieser Fahrt seinen eigenen, weiter unten angeführten Höhenrekord um etwa 1700 Meter geschlagen. Unzweifelhaft sind die beiden Forscher dem Tode nur mit Not entgangen. Die Sauerstoffatmung vermindert zwar auch in den größeren Höhen das Unbehagen sehr, doch muß ein Schutz gegen die starke Kälte in Gestalt warmer Kleidung, dicker Pelze und Thermophore hinzukommen; zur Anwendung der letzteren kamen die von ihren Beobachtungen völlig in Anspruch genommenen kühnen Fahrer gar nicht, und in der Ohnmacht wären sie wohl sicher erfroren, wenn sie nicht die Pelze angehabt hätten. Es beweist eine ungeheure Energie, wenn man, wie Süring, aus der Ohnmacht erwachend, doch noch den Ballon höher treiben läßt, um nur die Bedeutung der wissenschaftlichen Ergebnisse der Fahrt nicht zu verringern. Jedwede körperliche Anstrengung in diesen Höhen bringt große Gefahr mit sich: es ist ziemlich sicher, daß Berson erst durch die gewiß bis aufs äußerste gehenden Anstrengungen, seinen Gefährten zum Bewußtsein zu bringen, und demnächst durch das Ventilziehen ohnmächtig geworden ist; denn letzteres erfordert schon unter normalen Umständen sehr große Anstrengung und führt zur Ermattung, um wieviel mehr in so großer Höhe. Ein zufälliges Entfallen des Atmungsschlauches, der zu den mit Sauerstoff gefüllten Stahlzylindern führt, läßt sofort starkes Herzklopfen eintreten.



Speise verschmäht der Magen, und nur ein Schlückchen Wein oder Kognak bringt eine momentane Erfrischung.

Fragen wir uns nun, zu welchem Zwecke diese mit so großen Anstrengungen, ja mit Lebensgefahr verbundenen, überdies sehr kostspieligen Fahrten unternommen werden, so müssen wir zur Beantwortung einen Blick in die Geschichte der Wetterkunde tun. In der ersten Hälfte des XIX. Jahrhunderts ging die Meteorologie vorwiegend auf Ermittlung des Klimas aus. Nach den von Humboldt aufgestellten Gesichtspunkten zog man aus langen Beobachtungsreihen sogenannte Mittelwerte der Temperatur, des Luftdruckes und der Feuchtigkeit und erhielt so ein Bild der Eigentümlichkeiten eines Landes, welche man sein Klima nennt. Diese Bemühungen, ebenso die nach 1850 beginnende, auf Erforschung der augenblicklichen Wetterlage ausgehende eigentliche Witterungskunde, zogen fast nur die unterste Luftschicht in Betracht. Bald aber erkannte man, daß die barometrischen Maxima und Minima, die Gebiete hohen und niedrigen Luftdruckes, welche zunächst das Wetter bedingen, weit enger mit der allgemeinen Zirkulation des Luftmeeres verknüpft sind, als zuvor angenommen wurde. Damit war ein kräftiger Ansporn für die Erforschung der höheren Schichten der Atmosphäre gegeben; nach oben dringen muß der Forscher, um Antwort auf die Fragen nach der Herkunft der auf- und absteigenden Luftströme, nach dem Verhalten der Temperatur und der Winde in verschiedenen Höhen zu erlangen, kurz, um überhaupt einen tieferen Einblick in den atmosphärischen Haushalt zu gewinnen.

Nun begann man mit der Begründung von Bergobservatorien, wie wir sie auf dem Sonnblick, dem Montblanc, dem Brocken und zahlreichen anderen Gipfeln innerhalb und außerhalb Europas sehen; man stieg im Ballon zu den Wolkenregionen empor und man sandte kleine, mit den aufzeichnenden Instrumenten versehene Ballons oder, wie besonders in Amerika, Flugdrachen hinauf. Den früheren Ballonfahrten, die schon 1804 und dann in den sechziger Jahren in Frankreich und England einzelne kühne Luftschiffer bis in gewaltige Höhen geführt hatten, fehlte es einerseits an zuverlässigen Instrumenten, weshalb jene Aëronauten die erreichte Höhe und Temperatur meist überschätzten, anderseits an einem bestimmten Arbeitsplan. Durch die Erfindung des Aspirationspsychrometers durch Prof. Aßmann wurde eine genaue Bestimmung der Lufttemperatur und Feuchtigkeit im Ballonkorbe ermöglicht, während der komprimierte Sauerstoff die Mühsale und Gefahren des Aufstieges in lebengefährdende Schichten auf ein möglichst geringes Maß herabsetzte. Nachdem Kaiser Wilhelm II. diesem Forschungszweige sein Interesse und tatkräftige Unterstützung zugewandt, kam Methode und Zusammenhang in die Sache. 1896 einigten maßgebende Kreise in Paris sich zu einem internationalen Zusammenarbeiten, das mit der Zeit die schönsten Früchte tragen dürfte. Die Ergebnisse der in den Jahren 1888 bis 1899 ausgeführten 96 Fahrten des Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin sind in einem Monumentalwerk „Wissenschaftliche Luftfahrten" niedergelegt. Bei diesen Fahrten erreichte Berson im Phönix am 14. Juli 1894 mit 9155 Meter die größte Höhe, bis zu der damals ein Mensch vorgedrungen, wenngleich Glaisher und Coxwell auf ihrer berühmten Septemberfahrt 1862 bis zu etwa 11.000 Meter gestiegen sein wollen. Doch kann, wie Prof. Aßmann beweist, die von ihnen erreichte Höhe keinesfalls 8990 Meter überschritten haben. Der unbemannte Registrierballon „Cirrus" hat bei einer Auffahrt am 27. April 1895 sogar 21.800 Meter Höhe erreicht, während sonst das Austreten des Ballongases der Fahrt dieser zierlichen Aëronauten gewöhnlich weit früher ein Ziel setzt. Da es unmöglich ist, auf den Inhalt dieses dreibändigen, prachtvoll illustrierten Werkes auch nur oberflächlich einzugehen, sei hier nur auf die von W. v. Bezold verfaßten „Theoretischen Betrachtungen über die Ergebnisse der wissenschaftlichen Luftfahrten" hingewiesen, die als Schlußkapitel des Werkes und auch als Sonderabdruck erschienen sind und in außerordentlich anregender Weise die praktischen Ergebnisse der Fahrten vom Standpunkte der Theorie aus beleuchten.

Die seitdem eifrig fortgesetzten Aufstiege haben schon wieder zu neuen, wichtigen Aufschlüssen geführt, besonders infolge der allmonatlich unternommenen gleichzeitigen Fahrten, welche die im September 1900 zu Paris zusammengetretene internationale Kommission beschlossen hat. Diese Fahrten ermöglichen es, für bestimmte Höhen Wetterkarten zu entwerfen, wie wir sie auf Grund der Beobachtungen der meteorologischen Erdstationen in unsern Zeitungen für die Erdoberfläche sehen. So gibt uns z. B. die Simultanfahrt des 8. November 1900, ergänzt durch Beobachtungen auf sieben Bergstationen, dem Pic du Midi, dem Mont Ventoux, dem Ben Nevis, dem Säntis und Sonnblick, der Schneekoppe und dem Brocken, ein Bild von den Witterungsverhältnissen Europas in 5000 Meter Höhe. Es stiegen an dem Tage neun Ballons auf, in Trappes zwei Ballonssondes, in Straßburg ein bemannter und ein Registrierballon, ebenso in Berlin, in Wien zwei bemannte Ballons, in Petersburg ein bemannter Ballon. Die Lufttemperatur zeigte bis in die höchsten Schichten hinauf über den einzelnen Gegenden für gleiche Höhen ziemlich beträchtliche Unterschiede, in 5000 Meter Höhe z. B. über Paris fast —20°, über Wien dagegen nur —11°.

Prof. Hergesell in Straßburg, der die Ergebnisse dieser Fahrt bearbeitete, hat auch berechnet, in welchen Höhen an jenem Tage die Temperaturen von 0°, —10° und —20° sich befanden. Diese Flächen gleicher Temperatur lagen von Westen nach Osten immer höher über der Erdoberfläche, d. h. also um so höher, je tiefer man in das Innere des dort lagernden barometrischen Maximums eindrang, wie schon aus der oben mitgeteilten Temperaturdifferenz Paris—Wien hervorgeht. Die Mitteltemperatur Paris—Trappes vom Erdboden bis zu 5000 Meter Höhe ergab —9·4°; für Wien belief sie sich auf +0·65°. Die Luft-

säule über Wien, das im Bereich der Antizyklone (des Hochdruckgebietes) lag, war also um volle 10° wärmer als diejenige über Paris, das bereits im Gebiet der Zyklone (des Minimums) lag. „Es ist dies", bemerkt Prof. Hergesell, „ein direkter Beweis der Hannschen Resultate, daß der Luftkörper einer Antizyklone wärmer ist als derjenige der daneben lagernden Zyklone." Windgeschwindigkeit und Richtung waren sehr verschieden. Die Straßburger Ballons ergaben als mittlere Geschwindigkeit für die Sekunde in 8 Kilometer Höhe 14 Meter, in 10 Kilometer Höhe 67 Meter.

Für die Ballons, welche in dem barometrischen Maximum aufstiegen, fand sich die Erscheinung der sogenannten Temperatur-Umkehr. Der bemannte Straßburger Ballon ergab am Boden 1·3°, in 938 Meter Höhe dagegen 6·7°. In Berlin stieg die Temperatur von 2·3° am Boden auf 6·9° in 552 Meter Höhe. In beiden Fällen wurde eine Schicht von Bodennebel durchbrochen, über welcher die Temperatur besonders stark anwuchs. Ähnliches zeigte sich in Wien und Petersburg; am schwächsten war die Temperaturumkehrung in der Nähe des Erdbodens in Paris, und in England ließ sie sich gar nicht mehr nachweisen. Die Erscheinung der Temperaturumkehr sowie des Bodennebels ist also eng mit der Ausbreitung des barometrischen Maximums verknüpft. Dieser von Hann aus den Sonnblickbeobachtungen schon früher abgeleitete Satz, daß ein Barometermaximum im Winter nur in der Niederung kalt, in größeren Höhen umgekehrt verhältnismäßig warm ist, wurde auch durch die internationale Simultanfahrt vom 10. Januar 1901 bestätigt. Ein Ballon stieg von Przemyśl in Galizien fast im Kerne des Maximums auf. Über der Erdoberfläche herrschte 21·8° C. Kälte; schon in 400 Meter war die Temperatur bis auf — 8·9° gestiegen, in 900 Meter wurde bereits 1·2° Wärme abgelesen, und nun stieg die Temperatur noch bis in 1290 Meter, wo etwa 3° Wärme beobachtet wurden. Von da ab fiel sie, erreichte in etwa 2000 Meter Höhe wieder den Nullpunkt, war aber in 3000 Meter immer erst auf — 8·2° gesunken. In größeren Höhen sank sie ziemlich schnell, um etwa 1° für 100 Meter, und in der höchsten Höhe von 9360 Meter wurde nach den Aufzeichnungen des Wiener Registrierballons eine Temperatur von — 71° C. gefunden, was die Temperatur des irdischen Kältepols bei Werchojansk in Sibirien nicht sehr überschreitet.

Theoretisch möchte man annehmen, daß die Temperatur von der Erdoberfläche nach oben zu allmählich und gleichmäßig abnehme. Die Aufzeichnungen der Ballons zeigen aber außer der oben berührten wohlbekannten Umkehr in der Nähe der Erde noch weitere Eigentümlichkeiten an, die auf Schichten gleicher oder gar zunehmender Temperatur auch in größeren Höhen schließen lassen. Die zahlreich aufgelassenen Sondenballons der Pariser Forscher lieferten — in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Berliner neuesten Aufstiege — un effet très curieux et inexplicable, wie Prof. Teisserenc de Bort sich bei seinem Besuche im Berliner Verein für Luftschiffahrt ausdrückte. Die Abnahme der Temperatur für je 100 Meter Erhebung, das sogenannte Temperaturgefälle, wächst, nach Überwindung der oben beschriebenen Temperaturumkehr in den unteren Luftschichten, im allgemeinen stetig und nähert sich allmählich dem aus theoretischen Gründen erwarteten Werte von 1°. In Höhen von 8000 bis 9000 Meter aber wird nach Überschreitung einer Schicht mit sehr starker Temperaturänderung die Temperaturabnahme bald ganz außerordentlich gering. So betrugen z. B. nach de Borts Angabe aus der Zeit einer Depression die Temperaturen von 5000 bis 9000 Meter, um je ein Tausend fortschreitend, — 9, — 11, — 24, — 58, — 71° C.; bei 11.000 Meter dagegen zeigte sich wieder eine Temperatur von — 58°. In Gebieten hohen Luftdruckes (Antizyklonen) liegt die Schicht mit fast verschwindender Wärmeabnahme erst in 11 bis 13 Kilometer Höhe. Auch Geheimrat Aßmann bestätigt, daß in etwa 10 bis 12 Kilometer Höhe nicht nur das Abnehmen der Temperatur mit wachsender Höhe aufhöre, sondern sich sogar das Umgekehrte, eine geringe Temperaturzunahme, zeige. Erst von 14 bis 15 Kilometer Höhe stelle sich das normale Verhalten, Temperaturabnahme bei wachsender Höhe, wieder ein. Prof. Aßmann ist es durch Benützung vollkommen geschlossener Gummiballons gelungen, seine Instrumente bis zu 18 Kilometer Höhe hinauftragen zu lassen; er hofft, durch Verwendung eines besonders dehnbaren und haltbaren Gummistoffes künftig Aufzeichnungen aus 30 Kilometer Höhe zu erhalten, da solche Ballons sich infolge der Verminderung des Luftdruckes in größerer Höhe beträchtlich ausdehnen. Schließlich platzen sie allerdings, und der Fallschirm muß die Instrumente retten, während die bisher benützten, dem Wasserstoff durch eine Öffnung den Austritt gestattenden Ballons allmählich nach Verlust des Gases zur Erde zurückkehren.

Noch eine interessante Aufklärung ist uns durch die gleichzeitigen internationalen Auffahrten zu teil geworden. Die bekannten Kälterückfälle des Mai, die unter dem Namen der Eisheiligen bis in das Mittelalter zurückgehen, wurden bisher gewöhnlich lokalen Luftdruckverhältnissen im Südosten Europas zugeschrieben. Die Ballonfahrten vom 12. Mai 1900 haben gezeigt, daß dies durchaus nicht zutrifft. Von dem Gebiete hohen Luftdruckes, welches die Wetterkarte für die Erdoberfläche über der ungarischen Tiefebene zeigt, war schon in 2500 Meter Höhe nichts mehr zu merken. In den höheren Luftschichten waren die Verhältnisse wesentlich einfacher als unten. Ein tiefer Luftwirbel lag im Nordwesten von St. Petersburg und führte aus dem Norden Europas kalte Luft über ganz Mitteleuropa hinweg. In dem Bestehen dieses Wirbels ist die nächste Ursache der Kälterückfälle des Mai zu suchen, wenn wir nun auch immer noch nicht wissen, weshalb sich so ziemlich regelmäßig um diese Zeit der fatale Luftwirbel einstellt. Somit konnte Valentin, der Bearbeiter dieser Simultanfahrt, bestätigen, was schon Hergesell vermutet hatte, daß die Eisheiligen „keine lokale, an die Erdoberfläche gebundene Erscheinung sind, sondern ein meteorologisches Phänomen von weitgehender Mächtigkeit und Bedeutung, das sich auf die ganze

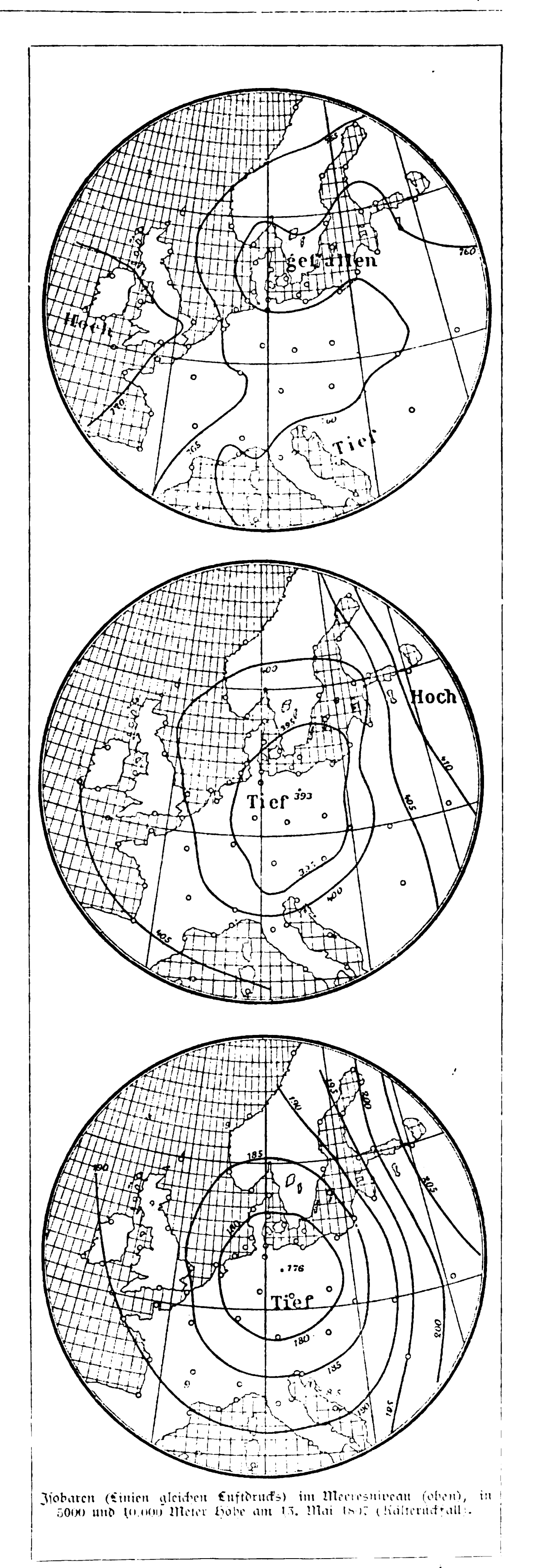


in jenen Tagen über Europa lagernde Luftsäule bis zu den höchsten Höhen erstreckt". (S. Abb. S. 102.)

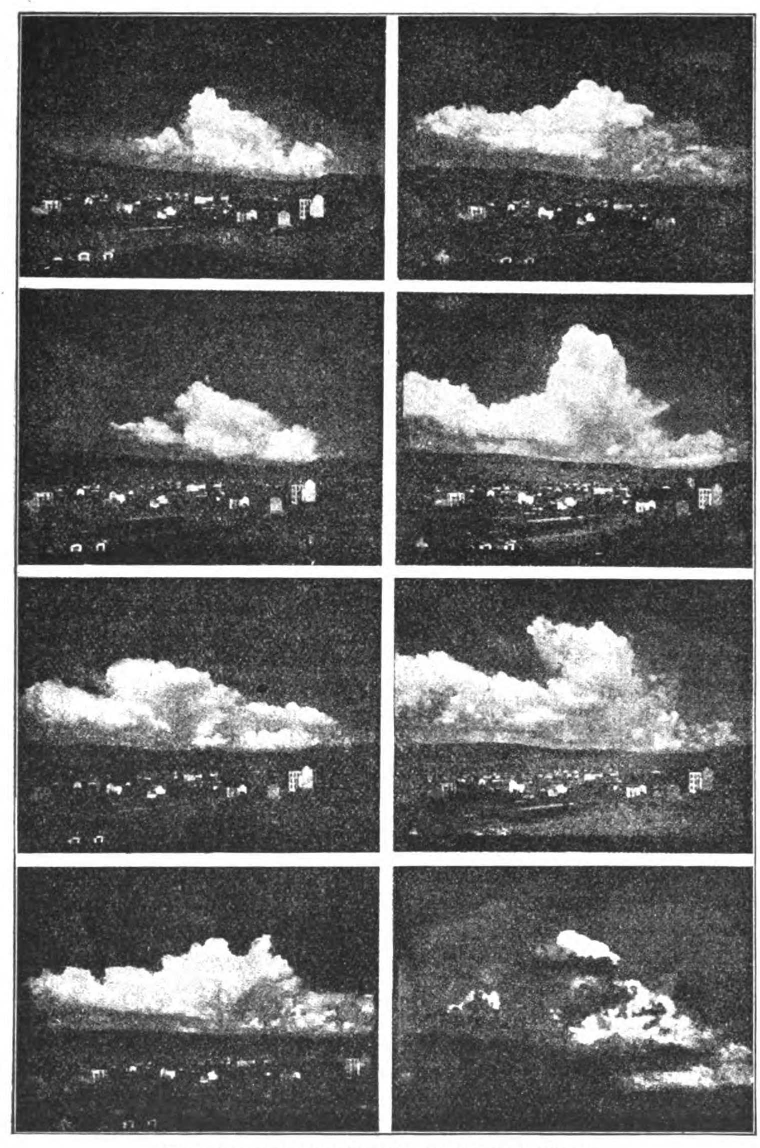
Woher nun diese mit der Entfernung vom Erdboden wachsende Temperaturabnahme, die uns zwingt, für die Temperatur des Weltalls einen absoluten Nullpunkt anzunehmen? Sollten nicht die oberen Schichten der Atmosphäre, welche anscheinend doppelte Wärme erhalten, direkt von der Sonne und zurückgestrahlt vom Erdboden, wärmer als die unteren sein? Zur Beantwortung dieser und damit zusammenhängender Fragen sind von Frank Very im Wetteramt der Vereinigten Staaten Experimentaluntersuchungen vorgenommen worden, welche wertvolle Aufschlüsse über die atmosphärische Wärmestrahlung ergeben haben. Die leuchtenden Strahlen der Sonne erfahren beim Durchgang durch die Luft nur eine geringe Schwächung ihres Lichtes und ihrer Wärme. Erst der Erdboden absorbiert sie, erwärmt sich dadurch und strahlt nun seinerseits Wärme in die Atmosphäre zurück. Diese dunklen Wärmestrahlen läßt die Luft aber nicht mehr so ungehindert passieren wie die leuchtenden Sonnenstrahlen, sie verschluckt sie vielmehr und wird dadurch erwärmt. Also nicht sowohl von oben als viel mehr von unten, vom Boden her wird die Atmosphäre erwärmt, und dies ist der Hauptgrund, weshalb ihre Temperatur mit der Höhe abnimmt. Leider kann die Atmosphäre nicht die gesamte dunkle Wärmestrahlung in sich festhalten, ein Teil, mindestens 20% der Wärme, welche die Erdoberfläche von der Sonne erhält, geht durch Ausstrahlung in den Weltraum unwiderbringlich verloren. Die Absorption der Wärmestrahlen geschieht hauptsächlich durch den Wasserdampf und die Kohlensäure, die in der Luft vorhanden sind. Bestände die Atmosphäre lediglich aus Sauerstoff und Stickstoff, so würde die Bodenwärme bei Nacht größtenteils wieder in den Weltraum entweichen und überall auf der Erde bald nach Sonnenuntergang Frost eintreten, selbst in der heißesten Sommerszeit. In der Sahara z. B. kann trotz der hohen Tageshitze nachts das Wasser zu Eis gefrieren, weil bei heiterem Himmel die wasserdampffreie Luft der nächtlichen Wärmeausstrahlung keine Schranken zieht. Da nun Wasserdampf und Kohlensäure hauptsächlich in den unteren Luftschichten schweben, so bleibt die Wärme in der Nähe des Bodens aufgespeichert. Wenn in den Tropen oder am Meeresspiegel eine hohe Temperatur herrscht, so rührt das weniger von der direkten Wirkung der senkrecht auffallenden Sonnenstrahlen als daher, daß in diesen Gegenden die sehr feuchte Atmosphäre die von der Erdoberfläche zurückkehrenden dunklen Wärmestrahlen auffängt. Weit erheblicher ist die direkte Wärmewirkung der Sonne auf hohen Bergen; dennoch ist es auf den Hochgipfeln kalt, weil hier die Wärmerückstrahlung nicht durch wasserdampfreiche Schichten gehindert wird.

Wolkenstudien.

Die Wissenschaft macht bescheiden. Kleine Erfolge genügen ihr, und aus winzigen Bausteinen hofft sie nach und nach, geduldig eins zum anderen fügend, den stolzen Tempelbau abschließender Er-



Isobaren (Linien gleichen Luftdrucks) im Meeresniveau (oben), in 5000 und 10.000 Meter Höhe am 13. Mai 18[illegible]7 (Kälterückfall).



Entwicklung einer Kumuluswolke. (Nach »La Nature«.)

kenntnis zu vollenden. Fragte man ehemals: Wie hoch mag wohl der Himmel sein? — so wäre man jetzt froh, wenn man eine genaue Kenntnis der Ausdehnung des Luftmeeres und der **Wolkenhöhen** besäße. Noch vor wenigen Jahrzehnten wußten wir über die Entfernung der verschiedenen Wolkenformen von der Erdoberfläche nichts Genaueres; erst im letzten Jahrzehnt, besonders in dem „internationalen Wolkenjahr" 1896/97, sind darüber genauere Messungen angestellt, deren Ergebnisse auf Grund der Beobachtungen in Washington hier mitgeteilt werden sollen.

Am niedrigsten schwebt die unter dem Namen Stratus oder **Schichtwolke** bekannte Wolkenform. Sie hält sich in ungefähr 1 Kilometer Höhe, im Sommer etwas niedriger, im Winter durchschnittlich etwas höher; auch ihre Geschwindigkeit ist nach der Jahreszeit verschieden, während des Sommers etwa 6, während des Winters 10·5 Meter in der Sekunde. Schneller, mit 15 beziehungsweise 21 Meter Geschwindigkeit, eilen die **Kumulus**- oder Haufenwolken durch den Raum; sie türmen sich, mächtigen, schneeschimmernden Bergzügen ähnlich, bis zu 3 Kilometer Gipfelhöhe empor, während die untere Fläche etwa 1200 Meter vom Erdboden entfernt liegt. In ihrer Entwicklung zum Altokumulus schweben sie in 4·8 bis 5·8 Kilometer Höhe; ihre in den Strahlen der Sonne glänzenden Gipfel erheben sich nicht selten noch höher. Es gewährt einen ästhetischen Genuß ersten Ranges, die sich häufig sehr schnell vollziehende Ausbildung eines Kumulus vom kleinen, unschuldigen Wölkchen am Horizont bis zur riesigen, Blitz, Donner und Regen spendenden Wetterwand zu verfolgen.

Noch höher schweben die bekannten Schäfchen oder **Lämmerwolken**, die in etwa 8 Kilometer Höhe befindlichen, mit einer Geschwindigkeit von 23 Meter in Sommer, 33 Meter im Winter ziehenden Cirrokumuli. Über sie erheben sich noch die echten **Cirruswolken**, zu denen die sogenannten „Polarbanden" am nördlichen Himmel gehören. Sie schweben mit dem Kondor um die Wette über den höchsten Gipfeln in durchschnittlich 10 Kilometer Höhe, erheben sich jedoch sogar bis zu 16 Kilometer und darüber; ihre Geschwindigkeit beträgt 30 beziehungsweise 35 Meter in der Sekunde. Im Winter halten sie sich niedriger als im Sommer. Wegen ihrer Wichtigkeit für die Wettervorhersagung sind sie Gegenstand fortgesetzter Aufmerksamkeit, über deren Erfolg uns die Arbeit eines ihrer sorgfältigsten und unermüdlichsten Beobachter, des Astronomen und Meteorologen Dr. H. J. **Klein**, weiter unten Auskunft geben wird. Er unterscheidet außer den einförmigen Cirrusschleiern noch sechs Haupttypen dieser Wolkenform: Streifen mit geradlinigen Fäden in der Längsrichtung des Streifens; Streifen mit Querkämmung senkrecht zu seiner Achse; federig gekämmte Streifen; zerzaust gekämmte Cirren, in denen die Fäden regellos durcheinander geworfen sind; gebogene oder flammig geschwungene Cirren und endlich lineare Cirren mit Locke oder Häufchen am Ende — eine Einteilung, die von der Mannigfaltigkeit dieser Wolkenart eine gewisse Vorstellung gibt.

Eine ganz andere Art von Luftgebilden sind die bald nach dem Ausbruche des Krakatau (1883) erschienenen, noch 1891 in etwa 82 Kilometer Höhe schwebend gewesenen „**leuchtenden Nachtwolken**". Sie verdanken ihre Entstehung den feinen Staub- und Gasteilchen, welche der Vulkan bis in die Hochregionen der Atmosphäre emporschleuderte, und empfangen wegen ihrer enormen Höhe das Licht der für uns längst untergegangenen Sonne. Außer ihnen kennt man seit geraumer Zeit noch selbst-

leuchtende Duftwolken, rätselhafte, ätherische Wesen, die in ungeheuren Höhen weilen und ihr Licht wohl elektrischen Strahlungsvorgängen verdanken. Sie treten stets in Zusammenhang mit Polarlichterscheinungen auf und sollen 700 bis 800 Kilometer über der Erde schweben. Mattweißen Kumuluswolken äußerlich täuschend ähnlich, tauchen sie plötzlich, bald einzeln, bald zu mehreren, in dem bekannten Nordlichtbogen auf, leuchten sekunden- oder minutenlang und verschwinden ebenso plötzlich wieder so spurlos, daß man zunächst an eine Täuschung glauben möchte, bis die Wiederkehr des sonderbaren Schauspiels uns von ihrer Wesenheit überzeugt. Sie bezeichnen sicherlich die äußersten Grenzbezirke unserer Atmosphäre.

Kehren wir nun noch einmal zu den anziehendsten Wolkengebilden zurück, zu den Cirruswolken, wie sie Dr. Klein auf Grund 50jähriger Aufzeichnungen schildert.[1]) Diese lange Beobachtungsreihe läßt einen deutlichen Zusammenhang der Cirren und der verwandten „Polarbanden" mit den Sonnenflecken erkennen, indem sie zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima beziehungsweise ein bis zwei Jahre darauf ebenfalls besonders häufig auftreten, zur Zeit der Flecken-Minima ebenso stark zurücktreten. Eine jährliche Periode der Cirren war mit Sicherheit nicht nachweisbar, alle Monate zeigen, wenn man die bewölkten Tage in Rechnung zieht, ungefähr gleichviel dieser zierlichen Wolkenformen; dagegen nahm ihre Anzahl von Morgen bis Mittag zu, zwischen 11 und 2 Uhr zeigten sich die meisten, um von da ab bis zum Abend stark abzunehmen. Unterscheidet man Cirren mit langsamer, nur bei sehr aufmerksamer Beobachtung sichtbarer Bewegung und solche mit raschem Zuge, so stellt sich heraus, daß die letzteren vorwiegend aus Südwest, West und Nordwest kommen. „Besonders häufig tritt rascher Zug der Cirren aus Nordwest auf, gleichsam als wenn die Bewegung durch eine allgemeine Drift der höchsten Luftschichten aus Nordwest unterstützt würde."

Den Vorgang einer Cirrusbildung vom ersten Auftreten bis zum Verschwinden zu beobachten, ist sehr schwer. Deshalb läßt sich eine durchschnittliche Sichtbarkeitsdauer kaum angeben. Ausnahmsweise war eine Cirruswolke 10 Stunden sichtbar, das Minimum der Sichtbarkeit betrug $1^1/_2$ Stunden. „Oft kommt es, wie Klein schreibt, vor, daß nach dem Auftreten von Cirren diese verschwinden, aber nach einiger Zeit wieder auftreten. Dieses alternierende Auftreten ist sehr merkwürdig und geht gewöhnlich dem Übergange zu Regen, der dann meist am nächsten Tage eintritt, vorauf." Der verschwindende Cirrus erscheint durchschnittlich nach etwas mehr als zwei Stunden von neuem, dann folgt gewöhnlich bald Zunahme der unteren Bewölkung und Übergang zu Regen. Nicht jede Form des Cirrus kann mit jeder anderen gleichzeitig auftreten. So ist z. B. das gleichzeitige Erscheinen des zweiten und vierten, des zweiten und fünften der oben aufgezählten sechs Typen sehr selten, eine Kombination der Formen zwei, drei und fünf oder zwei, vier und fünf wurde niemals beobachtet. Typus eins, die Grundform aller übrigen, löst sich nicht selten in feinkörnige Cirrokumuli auf. Überhaupt ist die Mannigfaltigkeit der Cirren und ihre Veränderlichkeit erstaunlich und eine Quelle unerschöpflicher Unterhaltung für jeden, dem es gegeben ist, am Beobachten von Naturerscheinungen Freude zu empfinden.

Die Bedeutung der Cirren für die praktische Wettervorhersage ist ebenso oft behauptet wie bestritten worden. Dr. Klein glaubt darüber folgendes ermittelt zu haben: An den Tagen, wo sich über Köln, dem Beobachtungsorte, Cirruswolken zeigten, sind innerhalb des Gebietes der synoptischen Wetterkarten der Deutschen Seewarte zu Hamburg durchschnittlich drei Depressionen und ebenso viele Gebiete hohen Luftdruckes vorhanden. Zur Lage des nächsten Depressionszentrums zeigt die Bewegungsrichtung der Cirruswolken keine einfache Beziehung; dagegen scheint es, als ob die Lage der Maximumgebiete auf diese Richtung bisweilen einen bestimmenden Einfluß ausübt. Nach dem Auftreten von Cirren mit raschem Zuge läßt sich viel wahrscheinlicher Regen erwarten als bei solchen mit langsamer Bewegung. Cirruswolken, die aus Ost, Nordost und Südost ziehen, sind ausgesprochene Schönwetter-Cirren. Regenbringende Cirruswolken sind ausschließlich diejenigen, welche aus der Richtung von Süd über West bis Nordwest ziehen. „Wenn man erwägt, daß bei den hier behandelten Beobachtungen nur dann Regen notiert wurde, wenn derselbe innerhalb 24 Stunden an dem Standpunkte des Beobachters fiel, niemals aber Niederschläge auch nur in der nächsten Umgebung berücksichtigt wurden, so ist einleuchtend, daß rasch ziehende Cirren aus südlicher bis nordwestlicher Richtung ein überaus sicheres Kriterium für die Regenwahrscheinlichkeit der nächsten 24 Stunden bilden." Bei unteren Winden aus Süd bis West und gleichzeitigem Cirruszug aus denselben Richtungen steigt die Regenhäufigkeit, und durch gleichzeitiges Beachten des Barometersteigens oder -fallens läßt sich die Sicherheit der Regenprognose nicht unwesentlich erhöhen. Sehr vorsichtig bleibt Dr. Klein jedoch bei der Bedeutung seiner Beobachtungen für den Ort der Beobachtung stehen. Wie wohlgetan das ist, zeigen die Bemerkungen über Cirren, welche L. Satke aus Tarnopol auf der 73. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte vortrug. Sie stehen zum Teil in Widerspruch mit den Ergebnissen Dr. Kleins und beweisen, daß die Cirren hauptsächlich für die Wettervorhersage an Ort und Stelle verwertet werden müssen.

Das bloße Auftreten von Cirren kann nach Satke nicht zur Regenprognose verwendet werden, da sie häufiger als die Niederschlagstage auftreten. Auch ihre Zugrichtung in Bezug auf Maxima und Minima ist ohne Bedeutung, da Regentage und schönes Wetter folgen, gleichgiltig, ob die Cirren aus einem Gebiete hohen oder niedrigen Druckes ziehen. Bedeutung hat dagegen ihre Geschwindigkeit. Am nächsten Tage läßt sich mit 71—82% Wahrscheinlichkeit schönes Wetter erwarten, wenn ihre Geschwindigkeit weniger als 20 Meter pro Sekunde beträgt, und Regen mit 61% Wahrscheinlichkeit, wenn die Geschwindigkeit 60 Meter pro

[1]) Gaea 1901, S. 513 ff.



Sekunde übersteigt. Und dazwischen? Doch stimmt dieser Schluß im allgemeinen mit den Kölner Beobachtungen überein, ebenso die Bemerkung, daß am nächstfolgenden Tage Regen zu erwarten ist, wenn der Wind an der Erdoberfläche mit dem Zuge der Cirren übereinstimmt. Das Auftreten der Roßschweife, die man häufig als „Windfahnen" bezeichnet, gestattet nach den Beobachtungen von Tarnopol keine Prognose auf starke Winde. Ihr Zug aus Südost, Süd oder Nordwest läßt hier mit einiger Wahrscheinlichkeit schönes Wetter erwarten; war der Kopf der Roßschweife gegen das Luftdruckmaximum gerichtet, so folgte in 83% der Fälle am folgenden Tage trockenes Wetter.

Wenn nun die Cirren lokal zur Regenprognose verwendbar sind, so ist damit nicht behauptet, daß sie selbst auch den Regen liefern; dies ist vielmehr im Hinblick auf ihre ungemein geringe Dichte sehr wenig wahrscheinlich. Daß ihr Feuchtigkeitsgehalt sehr gering ist, lassen die in jüngster Zeit gelungenen genauen Messungen des *Wassergehaltes von Wolken und Nebeln* vermuten. Man hat zu dem Zwecke entweder die Wolkenluft plötzlich in eine vorher luftentleerte Glasflasche strömen lassen, wobei alle in ihr enthaltenen Wasserteilchen mit in die Flasche gerissen werden, oder eine Glasglocke benützt, die mit Wolkenluft gefüllt und dann durch eine Platte luftdicht abgeschlossen wurde. Kennt man den Kubikinhalt des benützten Gefäßes, so ist es danach leicht, den Wassergehalt der Wolke für 1 Kubikmeter anzugeben. Dabei stellt sich heraus, daß, je größer der Wassergehalt der Wolke oder des Nebels ist, desto weniger weit man in ihm befindliche Gegenstände deutlich erkennen kann. Enthält z. B. die Wolke pro Kubikmeter 5 Gramm Wasser, so sieht man in ihr nur 18 Meter weit; ist im Kubikmeter nur noch 1 beziehungsweise $1/2$ Gramm flüssiges Wasser enthalten, so sieht man in einem solchen Nebel 48 beziehungsweise 70 Meter weit. Der Wassergehalt bei gewöhnlichen, nicht sehr dichten Wolken und Nebeln ist also ein recht geringer, und eine Wolke mit 5 Gramm flüssigen Wassers im Kubikmeter ist schon als eine sehr dichte zu bezeichnen. Auch bleibt der Gehalt einer Wolke an Flüssigkeit immer hinter dem Gehalt der Luft an dampfförmigem Wasser zurück. Wenn trotzdem, wie das bei sogenanntem Landregen der Fall ist, eine Wolke stundenlang hintereinander unermüdlich die gleichen Wassermassen herabsendet, so läßt sich das nur entweder durch die ungeheure, viele Kilometer betragende Dicke der Wolkenschicht oder durch unabläßige Zufuhr neuer Dunstmengen aus weiterer Umgebung erklären.

Wie jedoch die bündige Kürze eines geistreichen, schlagfertigen Parlamentariers den mehrstündigen Wortschwall eines Dauerredners an Wirksamkeit übertrifft, so besiegt zuweilen ein kurzer, aber kräftiger *Wolkenbruch* an Niederschlagsmenge die Wassermassen eines 24stündigen Landregens. Wer Berlin gelegentlich des Wolkenbruches gesehen hat, der sich gänzlich unvermutet in der Frühe des 14. April 1902 über der Reichshauptstadt unter schweren Gewittern entlud, wird sich der vielen meist lustigen Überschwemmungs-Szenen, die den Witzblättern noch lange zu tun gaben, erinnern. Es fielen dabei an Regen und Hagel bei der im Südwesten der Stadt gelegenen meteorologischen Station 82, an einer anderen Station im Norden 156 Millimeter in wenigen Stunden, während die größte zu Berlin *an einem ganzen Tage* gemessene Niederschlagshöhe nur 87 Millimeter erreichte und ein 24stündiger Landregen im norddeutschen Flachlande höchstens 50 Millimeter liefert. Alle Anzeichen sprechen dafür, daß in der Nacht zum 14. April ein aus Südosten und ein von Südwesten kommender Gewitterzug gerade über Berlin zusammengetroffen sind — und da hat's eben einen harten Strauß gegeben; wie denn ein solcher Zusammenstoß zweier Gewitterwellen stets Anlaß zu besonders langdauernden Gewittern und starken Niederschlägen gibt, welche meistens örtlich eng begrenzt bleiben. Schon dicht vor den Toren Berlins, besonders im Westen und Osten, regnete es ganz mäßig, und die Vorortebewohner, die aus der Entfernung von einigen Kilometern eintrafen, hatten zu Hause keinen Tropfen Regen gehabt. Ähnliche Wolkenbrüche auf eng begrenztem Gebiet kommen in der Mark Brandenburg alle paar Jahre einmal vor; so hat man z. B. in Sommerfeld 149 Millimeter Regen in $2^1/_3$ Stunden, bei Angermünde 129 Millimeter in 2 Stunden beobachtet. Nur Berlin hatte während seiner siebenhundertjährigen Geschichte noch niemals eine solche Sintflut sich entladen sehen.

Stürme und Sturmwarnungen.

Wer sich aus praktischen Beweggründen oder auch nur aus rein theoretischem Interesse mit dem Wetter beschäftigt, wird nur allzubald inne, daß es nicht selten anders kommt, als man vermutete, nicht nur anders, als Schäfer Thomas, Prof. *Falb* und ihre Nachtreter es vorherbestimmt haben, sondern leider auch anders, als die offizielle Wettervorhersage, vertreten in der Hamburger Deutschen Seewarte, dem Einigungspunkte des europäischen Wetterdienstes, es angegeben hat. „Die Grundzüge der praktischen Witterungskunde", sagt zwar Prof. van *Bebber*, Abteilungsvorstand der Deutschen Seewarte, „und damit die Grundsätze, welche der Aufstellung der Wettervorhersagen zu Grunde liegen, sind so einfach und gemeinverständlich, daß sie auch von elementar Gebildeten leicht verstanden und ebenso leicht auf die jeweiligen Witterungszustände und deren Verlauf angewendet werden können, so daß sich jeder unschwer ein eigenes begründetes Urteil über das bevorstehende und zu erwartende Wetter bilden kann." [1]) Wenige Seiten später aber gesteht er selbst: „Unsere Wettervorhersagen stehen gegenwärtig noch auf schwachen Füßen, so daß wir immer noch mit mancherlei Mißerfolgen zu rechnen haben." Manche Leute, die auch etwas von der Sache verstehen, sind der Ansicht, daß „die unvermeidbaren Mißerfolge, welche naturgemäß gerade nicht selten sind", zum großen Teil daher rühren, daß die Grundsätze der Seewarte allzu einfach sind, indem sie ausschließlich die Vorgänge

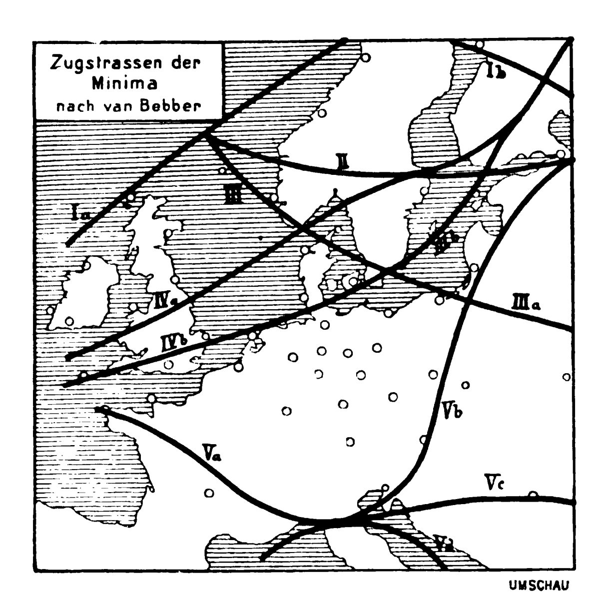
[1]) Anleitung zur Aufstellung von Wettervorhersagen. Braunschweig 1902.



in der untersten Luftschicht für die Wettervorhersage heranziehen. Und in der Tat finden wir in der zitierten Schrift van Bebbers nicht die geringste Andeutung dafür, daß bei den Witterungsumschlägen auch die Herren vom oberen Luftmeer ein Wörtchen mitzureden hätten. Das ist nicht der einzige, sicherlich aber einer der gröberen Mängel im Programm der offiziellen Wettervorhersage.

Am wichtigsten ist es für den Landmann, zu wissen, ob er ein in seinem Sinne gutes oder schlechtes Wetter zu erwarten hat. Prof. van Bebber hat einen schlechten Trost für ihn. „Wenn wir uns" — schreibt er — „die Frage stellen: kann ein Landwirt seine täglichen Arbeiten nach den Wettervorhersagen, die er von den Instituten erhält, mit Vorteil so ohne weiteres einteilen, so kommen wir wegen der Beantwortung in Verlegenheit. Wir werden ihm antworten, daß er sich nicht allein auf die Wettervorhersagen verlassen kann, daß ihm diese nur Anhaltspunkte geben sollen und daß er mit dem Gange der Witterung am Orte selbst zu Rate gehen müsse." Da steh' ich nun, ich armer Tor! und bin so klug als wie zuvor; sehe, daß wir nichts wissen können! wird auch der Bauer sagen, wenn er die Anleitung durchstudiert hat. Nächst ihm ist — daher der Name Seewarte — vor allem der Schiffer und Fischer an dem Vorherwissen eines Witterungsumschlages, denn um diesen handelt es sich vor allem, interessiert. Für sie kommt also der Wert der Seewarte vor allem in den Sturmwarnungen zum Ausdruck. Wenn an den Signalmasten von Emden bis Memel die Warnungszeichen emporsteigen, bemächtigt sich der Küstenbevölkerung, allerdings der Landratten mehr als der Seeleute, eine leicht begreifliche Erregung. Letztere wissen nämlich, daß eine Anzahl der Warnungen stets fehlschlägt und daß in noch mehr Fällen stürmische Winde ohne vorherige Anzeige auftreten. Die barometrischen Minima, welche auf den von der Meteorologie, besonders von Prof. van Bebber festgestellten „Zugstraßen" mit der durchschnittlichen Geschwindigkeit eines langsamen Eisenbahnzuges daherschreiten, lassen sich genügend lange voraussagen, um die Schiffer an der Ausfahrt zu verhindern oder ihnen Gelegenheit zu geben, den bergenden Hafen zu erreichen. Schlimmer aber sind die auf denselben Bahnen, aber mit weit größerer Geschwindigkeit fortschreitenden Depressionsminima, und am gefährlichsten, weil ganz unberechenbar, erweisen sich die sogenannten erratischen Minima, die sich auf sehr gewundenen, häufig wechselnden Straßen bewegen und vielfach Teilminima abzweigen, die wieder ihre eigenen Wege gehen. Die bisherige Praxis steht diesen Erscheinungen ratlos gegenüber; ob es möglich sein wird, die Vorhersagen zu vervollkommnen, wenn wir Tag für Tag Wetterkarten aus den Schichten von 5 und 10 Kilometer Höhe besitzen, läßt sich vorderhand nicht sagen.

Wie viel Vertrauen die Sturmwarnungen verdienen, läßt sich aus der Statistik der Stürme ungefähr ersehen. An der deutschen Küste kamen nach den Untersuchungen Dr. Großmanns von 1886 bis 1895, also in einem Jahrzehnt, 1360 Sturmphänomene zur Beobachtung. Von diesen wurden nur 57% durch richtige und rechtzeitige Warnungen vorher angezeigt, während 31% aller Sturmphänomene auftraten, ohne daß vor ihnen gewarnt wurde, und in 11% aller Fälle die Warnung zu spät kam. Unter den rechtzeitigen Warnungen gab es nun eine gute Anzahl von Fällen, die der erfahrene Seemann auch ohne Warnung voraussah, und Vizeadmiral Knorr sagt in einem Gutachten über die Sturmwarnungen sogar, der Fall, daß ein schwerer Sturm angemeldet wurde, bevor er eintrat oder an deutlichen Anzeichen von jedem Wetterkundigen erkannt werden konnte, sei in Kiel überhaupt nicht vorgekommen. Ähnlich lauten die Aussagen des kaiserlichen Korvettenkapitäns Schloepke in Wilhelmshaven. Dagegen kommt es nicht selten vor, daß Sturmwarnungen ausgegeben werden, ohne daß der



Sturm wirklich kommt, was das Ansehen der Warnungen dann leider in hohem Grade herabdrückt. Die Dampfer der großen transozeanischen Linien legen deshalb diesen Prognosen nicht die geringste Bedeutung für ihre Abfahrten bei.

Welche Fülle von Trugschlüssen die offizielle Wettervorhersage begeht, zeigt eine nicht einmal vollständige Blumenlese, die Dr. Klein aus den ersten fünf Monaten des Jahres 1900 veranstaltet hat. Er fragt: „War die für den 23. Februar von der Seewarte gegebene Prognose richtig? Kamen am 24. Februar die prophezeiten Niederschläge? War am 26. Februar das Wetter kälter? Hat die Seewarte am 28. Februar den Schneesturm, der am folgenden Tage das Ostseeküstengebiet heimsuchte, zeitig vorhergesehen? Hat sie nicht vielmehr erst am 1. März morgens 10½ Uhr eine Warnung erlassen, zu einer Zeit, als der Wind schon die Stärke 7 erreicht hatte? Hat die Seewarte jene zahlreichen Schneefälle, die am 3. März sich ereigneten, prognostiziert? Ist der Sturm, den die Seewarte am 15. März nachmittags voraussagte und wegen dessen sie am

16. März ihre **Warnung für die Ostseeküste verlängerte, etwa ausgebrochen?** Oder war dieser Sturm nicht vielmehr bloß ein Hirngespinst des Herrn van **Bebber**? War am 19. März das Wetter, wie die Seewarte prognostizierte, ‚trüb mit Niederschlägen'? War es am 20. März gemäß der Seewarten-Prognose ‚vielfach heiter'? **Hatte die Sturmwarnung für die Ostseeküste am 8. April 12 Uhr mittags Wert? D. h. kam der prophezeite Sturm?** Ist die Prognose für den 16., ebenso für den 25. April nicht total falsch? **Hat die Seewarte den schrecklichen Sturm vom 9. Mai, dem an der deutschen Ostseeküste so manches Menschenleben zum Opfer fiel, vorhergesehen** und davor gewarnt? **War dagegen der Sturm vom 15. Mai 4¾ Uhr nachmittags, wo an der ganzen Küste die Sturmsignale gehißt wurden, etwas anderes als ein Hirngespinst?** u. s. w."

Den Wert dieser ganzen Prognosentätigkeit vermindert auch noch der Umstand, daß sich unter den 57% richtig gewarnter Sturmphänomene sicherlich viele befinden, hinsichtlich deren eine Warnung völlig überflüssig war. Ich schließe das aus folgendem Umstande: Während für die deutsche Küste im Laufe des angegebenen Jahrzehnts durchschnittlich 136 Sturmphänomene jährlich zur Beobachtung kamen, hat es nach der Untersuchung von F. J. **Brodie** an der weit längeren englischen Küste in drei Jahrzehnten (1871—1900) nur 1455 Sturmwetter, d. h. 48 bis 49 jährlich, gegeben, darunter durchschnittlich 11 schwere Stürme. Zweifellos laufen also unter den deutschen Aufzeichnungen manche Winde mit unter, die der Laie als „fürchterlichen Sturm" charakterisiert, durch die sich aber der Seemann durchaus nicht geniert fühlt; er braucht nicht für jede frische Brise eine Warnung. Die größten Windgeschwindigkeiten bei den englischen Stürmen betrugen 33 bis 35 Meter in der Sekunde, also das Doppelte der Leistung des schnellsten englischen Renners. Warnungen scheinen noch nicht einmal bei der Hälfte der Sturmfälle erteilt zu sein, was den geringen Respekt, den die britischen Seeleute für das meteorologische Amt in London hegen, zur Genüge erklärt. Hinsichtlich der Voraussage von Wetterumschlägen und Stürmen genügt also die Meteorologie kaum erst den bescheidensten Ansprüchen.

Neuerdings sieht man deshalb den Wert der Meteorologie für die Seeschiffahrt in einer ganz anderen Richtung als in den Sturmwarnungen. Kapitän G. **Reinicke**, ein wissenschaftlich gebildeter Fachmann, hat die Vorteile, welche der Schiffer aus der Anwendung meteorologischer Beobachtungen ziehen kann, in den Annalen der Hydrographie an einigen treffenden Beispielen auseinandergesetzt. „Im Jahre 1893 passierte ich", so erzählt er, „mit einem anderen Weserschiffe zusammen Kopenhagen; wir waren beide nach dem Süden bestimmt. Ich ging Nord um Schottland, und die Reise bis Kanalbreite war eine einfache Umseglung eines Minimums, das irgendwo in der Nähe der Route über den britischen Inseln gewesen ist. Den Mitsegler habe ich nicht wieder gesehen, las aber später in der Zeitung, daß er am 8. Oktober Lizard passiert sei (Südwestecke Englands). Ich sah in meinem Journal nach und fand, daß ich am selben Tage Brava, die südlichste der Kapverdischen Inseln, passiert und die äquatoriale Grenze des Nordostpassates erreicht hatte, also rund 2300 Seemeilen Vorsprung gewonnen hatte. Der andere Kapitän schrieb mir später, daß er in der Nordsee und im Kanal gegen eine Folge von Südweststürmen habe aufarbeiten müssen."

Reinicke erzielte diesen Vorteil, indem er die Depression an ihrer polaren Seite, auf der für das Schiff günstige Winde wehen, umsegelte. Das Erkennen der Wetterlage ist für den Schiffer freilich nicht so leicht wie für den Landbewohner, da ihm auf offener See weder synoptische Wetterkarten vom Atlantik noch auch nur die täglichen Wetterberichte der Seewarte zu Gebote stehen. Er muß sich also auf Grund eigener Beobachtungen, des Barometerstandes und seiner Änderungen, des Thermometers, der Winde und Wolken ein Bild der Wetterlage schaffen und ermitteln, ob er es mit einem Hochdruckgebiet oder mit einer Depression zu tun bekommt.

Weiterhin auf offener See, wo die Nähe von Land nirgends hindert, kann die Umseglung eines Minimums rein den meteorologischen Verhältnissen angepaßt werden. Droht bei großer Nähe eines Maximums der Kurs, das Schiff in Windstille zu bringen, so kann derjenige, dem die Lehren der Meteorologie vertraut sind, durch rechtzeitiges Abbiegen vom eigentlichen Kurse der Gefahr des Stilliegens aus dem Wege gehen. Auch zum Vermeiden von Sturmgegenden ist die Wetterkunde behilflich, indem sie lehrt, beim Durchmessen der Länge zwischen dem Kap und Australien oder zwischen Australien und Kap Horn die Breitenparallele zu finden, auf denen die „braven Westwinde" am stetigsten und für die Fahrt des Seglers am günstigsten wehen, oder indem sie den Schiffer befähigt, auf den Fahrten nach Ostindien beim wechselnden Monsun zwischen den günstigsten Meridianen in bestimmte Breiten einzuschneiden. Sie lehrt den Seemann, in Fällen, in denen es sich tatsächlich um „Sein oder Nichtsein" handeln kann, bei den tropischen Orkanen, den furchtbaren Stürmen nordöstlich von den Falklands-Inseln, südlich von Neuseeland, das Schlimmste zu vermeiden oder doch sich rechtzeitig darauf vorzubereiten; auch unsere heimischen Gewässer, z. B. der Nordatlantik mit den bekannten Vierzigern, d. h. der Gegend, in der sowohl Breiten- als auch Längengrade eine 4 als Zehner haben, weisen Stellen genug auf, in denen es nicht sehr geheuer ist und meteorologische Kenntnisse eine praktische Anwendung finden können.

Man hat deshalb neuerdings für den Atlantischen Ozean sogenannte **Sturmtabellen** entworfen, welche dem Schiffer in gefährlicher Lage eine ungefähre Prognose für den weiteren Verlauf eines Sturmes ermöglichen. Rund tausend, der Seewarte von Schiffskapitänen zur Verfügung gestellte Sturmbeobachtungen sind von E. **Kipping** für 22 Einzelgebiete des Atlantik so bearbeitet, daß man nicht nur die Häufigkeit der Stürme aus den verschiedenen Himmelsrichtungen und nach den



Jahreszeiten daraus ersehen kann, sondern auch Angaben über den durchschnittlichen und äußersten Barometerstand, die den Anfang, die Höhe und das Ende des Sturmes begleitende Barometerbewegung, den Sinn und die Schnelligkeit der Winddrehung findet. Auf diese Weise soll den Schiffern beim Eintritt schlechten Wetters, wenn die Windstärke 8 beobachtet wird und schwereres Wetter in Aussicht steht, ein vorläufiger schneller Überblick über den mutmaßlichen weiteren Verlauf des Sturmes gegeben werden. Die sich daraus ergebenden Vorsichtsmaßregeln können unter Umständen die Errettung des Schiffes bedeuten.

Zu den interessantesten, wenn auch für die Betroffenen nicht gerade angenehmen Erscheinungen bei schwereren Wettern gehören die Tromben oder Windhosen, die nicht selten von elektrischen Erscheinungen begleitet sind. Am 26. November 1901 wurde der amerikanische Dampfer „Ibkal" unweit der Bermudas-Inseln bei regnerischem Wetter und einem Südsüdwest der Stärke 7 von einer verwüstenden Trombe überfallen. Fast unmittelbar vor ihrem Insichtkommen erfolgten zwei von Donner begleitete hell leuchtende Blitze; kaum blieb noch Zeit, das Schiff auf den Wind zu legen, so zog die orkanartige, mit der Geschwindigkeit und Richtung des Windes dahineilende Erscheinung auch schon über das Fahrzeug. Man fühlte die senkrechte und horizontale Windstärke gleich schwer und zu derselben Zeit machte sich auch mit furchtbarer Gewalt eine drehende Wirbelbewegung bemerkbar. „Wir fühlten uns", schreibt der Kapitän des Dampfers, „tatsächlich in demselben Augenblick ebenso heftig in die Höhe gehoben wie niedergedrückt; und nur weil wir uns mit aller Gewalt an festen Gegenständen anklammerten, wurden wir davor behütet, in eine gewiß gefährlich rotierende Bewegung gebracht zu werden. Die verheerenden Spuren, die dieses Phänomen hinterließ, noch mehr aber der Anblick, wie Lukendeckel, schwere Spieren, kurz alles, was nicht absolut niet- und nagelfest war, in wildem Durcheinander in die Luft flog, um gleich darauf mit noch nie gesehener Gewalt an einer weit entfernten Stelle niederzusausen — diese Mitteilungen werden es erklärlich machen, wenn vorher von der wechselseitigen Wirkung des Windes gesprochen ist. Während der ganzen Katastrophe stand das Barometer still. Unmittelbar danach hörte der Regen auf, der Himmel klärte ab und ein beständiger Wind aus Westsüdwest setzte ein."

Der Wind spielt nicht nur in der Meteorologie eine hervorragende Rolle. Auch die Geologie berücksichtigt seine Tätigkeit und schreibt ihm einen gewissen Anteil an der Gestaltung der Erdoberfläche und dem Aufbau bestimmter Schichten z. B. des Lösses zu. In seiner Eigenschaft als geologischer Faktor hat sich der Wind durch den großen Staubfall vom 9. bis 12. März 1901 hervorragend betätigt. Da Staubfälle, an sich nicht selten, in dieser Ausdehnung und Massenhaftigkeit doch in Jahrhunderten vielleicht nur einmal vorkommen, so verdient der vorliegende Fall unsere Aufmerksamkeit. Der Ursprung des Staubes ist in der Sahara zwischen Ghadames und Tripolis-Tunis zu suchen. In der Nacht vom 9. zum 10. März wehte hier ein heftiger Scirocco; Tunis sah sich am nächsten Morgen in einen ungeheuren, dichten Staubnebel von braungelber Farbe eingehüllt, der die Sonne verdunkelte, während das Thermometer auf 26° stieg. Juden und Araber wurden von panischem Schrecken gepackt und glaubten das Ende der Welt nahe. Von dort erstreckte sich der Staubfall in einem breiten Streifen über Sizilien, Italien, die Alpenländer und Deutschland bis zu den dänischen Inseln Falster und Laaland, wo der Staub in der Nacht vom 11. zum 12. März herabfiel. Mit einer Geschwindigkeit von mehr als 60 Kilometer stündlich verbreitete er sich über 25 Breitengrade oder eine Entfernung von 2800 Kilometer. Der Flächeninhalt des vom Staub betroffenen Ländergebietes wird auf mindestens 800.000 Quadratkilometer geschätzt, wozu noch annähernd 450.000 Quadratkilometer Meeresfläche im Mittelmeere kommen. In Algerien und Tunis fiel der Staub trocken aus stürmisch bewegter Luft, in Italien trat außer trockenem Staubfall bei stürmischem Scirocco auch „Blutregen" auf, wie das Volk die von den braunroten Niederschlägen gefärbten Gewitterregen nannte. In Österreich-Ungarn und nördlich davon kam der Staub nicht mehr trocken, sondern nur noch an atmosphärische Niederschläge, Regen, Schnee, Eiskörner, Graupeln und Hagel, gebunden zur Erde. Man schätzt die Menge des auf Italien herabgekommenen Staubes auf 1·2 Millionen, die auf europäischem Boden niedergefallenen Staubmengen auf rund 1,800.000 Tonnen.

In den Staubmengen, die hauptsächlich aus Quarz, Ton, Kalzit und Eisenoxyden bestanden und als feinste Abwehung von Wüstensand, als Löß, zu bezeichnen sind, fehlte es nach Untersuchungen von Prof. Häpke fast nirgends an sehr feinen Eisenteilchen, die sich durch einen Magnet herausziehen ließen und wahrscheinlich, nach den Spuren von Nickel darin zu urteilen, meteorischen Ursprungs sind. Sie stammen von den Feuerkugeln, die seit unvordenklichen Zeiten beim Eintritt in unsere Atmosphäre explodierten und als „kosmischer Staub" auf die Erdoberfläche, auch auf den Meeresgrund gelangten, von dem sie die Challenger-Expedition aus mehreren tausend Faden Tiefe emporgeholt hat. Weit häufiger als nach Norden gelangen die Staubfälle übrigens unter der Wirkung der in der Sahara herrschenden Ostwinde in den Ozean, der wegen dieses Passatstaubes schon bei den arabischen Geographen des Mittelalters zwischen den Kaps Bojador und Blanko den Namen des „Dunkelmeeres", mare tenebrosum, führte.

Die Bekämpfung der Wettermächte.

Ein Streit zwischen Pygmäen und Giganten, ein Ringen der schwachen, aber vom Hammer der Not stahlzäh und elastisch geschmiedeten Intelligenz mit den sinnlosen Kräften des Luftmeeres: das ist der Anblick, der sich uns bietet, wenn wir die Anstrengungen des Kulturmenschen zur Bekämpfung der Blitzgefahr und des Hagelschlages ins Auge



fassen. Seit der Erfindung des Blitzableiters ist zur Abwendung des Blitzstrahles nichts mehr geschehen, obwohl die Statistik seit Jahrzehnten über die Zunahme der zündenden und tötenden Blitzschläge berichtet. Vielmehr scheint der unwiderstehliche Fortschritt der Kultur, die Ausbreitung des Fabrikwesens, der elektrischen Leitungen, die intensivere Bebauung des Bodens die Gefahr fortgesetzt zu erhöhen. In den Vereinigten Staaten wuchs die Anzahl der tödlichen Blitzschläge im letzten Jahrzehnt unausgesetzt von 120 Personen in 1890 bis auf 713 im Jahre 1900, die Zahl der durch den Blitz verursachten Brände stieg von 625 Gebäuden in 1890 auf 5527 im Jahre 1899. Auch die Zahl der durch einen Schlag verletzten Personen ist ganz beträchtlich und übertrifft die Zahl der Getöteten; während letztere sich im Jahre 1899 auf 562 belief, wurden 820 verletzt, und zwar 535 in Gebäuden, 45 unter Bäumen und 161 im Freien, wogegen bei den Getöteten die bei weitem größere Zahl der Opfer den landwirtschaftlichen Berufskreisen, den Steinarbeitern und Holzhauern, den Fischern und Viehtreibern angehörte.

Die rapide Zunahme der Blitzgefahr in der Union mag in dem schnellen Anwachsen der Bevölkerung und den dadurch hervorgerufenen eingreifenden Veränderungen der Erdoberfläche — Aufbau von Ortschaften, Ausroden der Waldungen, Trockenlegung feuchter Flächen, Verschlechterung der Luft durch industrielle Anlagen — begründet sein. In anderen Kulturstaaten läßt sich nicht dasselbe Anwachsen der Gefahr, in einigen sogar gar keine Zunahme beobachten. Letzteres ist z. B. in Ungarn, in Steiermark und Kärnten, in Schweden der Fall, wo die Zunahme der Todesfälle durch Blitz nur eine scheinbare ist, da sich die Bevölkerung verhältnismäßig weit stärker vermehrt hat, als die tödlichen Schläge gewachsen sind. In Deutschland steigt die Zahl der getroffenen Gebäude und Personen fortgesetzt. Die Zahl der kalten Schläge beträgt fast zwei Drittel, die der zündenden Blitze über ein Drittel aller Fälle; letztere sind in Norddeutschland nicht nur zahlreicher als in Mittel- und Süddeutschland, sondern nehmen dort auch stärker zu als im Süden. Das Land zeigt sowohl an kalten wie an zündenden Schlägen eine mehr als doppelt so große Zunahme als die Städte.

Sollte nun die im allgemeinen sicherlich steigende Blitzgefahr wirksam bekämpft werden, so müßte vor allem sicher festgestellt sein, wodurch die Zunahme bewirkt wird. Das ist aber leider noch nicht im entferntesten der Fall. Zurückzuweisen ist die Annahme, daß die immer mehr um sich greifende Verwendung des elektrischen Stromes im Verkehrswesen und in der Industrie die gewaltsamen Ausgleiche in der Atmosphäre steigere. Eher könnten die Telephon- und Telegraphennetze sowie die sonstigen freien Leitungen dazu beitragen, durch allmählichen Ausgleich der Spannung und fortwährende kleinere Entladungen die Gewitter zu vermindern, die ja auch über Städten durchaus nicht häufiger und stärker sind als auf dem Lande. Im Gegenteil scheinen diese Anlagen sowie die vielen hohen Fabrikschornsteine die Gefahr zu vermindern; denn letztere werden trotz ihrer bedeutenden Höhe seltener als Kirchen und Windmühlen getroffen. Nach Prof. Hellmann entfallen von 1000 Blitzschadenfällen auf Kirchen 6·3 Schläge, auf Windmühlen 8·5 und auf Kamine nur 0·3. Besonders scheinen die in Betrieb befindlichen Essen gegen den Blitz gefeit zu sein. In Ungarn z. B. waren bei allen Fällen, wo der Blitz in Schornsteine niederfuhr, diese außer Betrieb. Schon unsere Vorfahren wußten, daß die aufsteigende Rauchwärme den Verlauf der Gewitter beeinflusse; nicht selten wurden und werden noch auf dem Lande deshalb beim Heraufziehen eines Gewitters mächtige Herdfeuer angezündet. Prof. Schuster sagt sogar ausdrücklich: „Auf der Erde brennende Feuer und jeder Schornstein, aus dem Verbrennungsprodukte austreten, wirken wie sehr wirksame Blitzableiter, und somit wird dadurch jede Elektrisierung der Erdoberfläche langsam, aber sicher entladen.“ Daß die Isolierfähigkeit der Luft durch die aus dem Feuer aufsteigenden Gase verringert, also der stille Ausgleich zwischen der Erdoberfläche und den höheren Schichten der Atmosphäre durch Rauch befördert wird, ist auch experimentell nachgewiesen. Ob dagegen die Verschlechterung der Luft durch Beimengung der kolossalen Mengen von Kohlenstaub die Blitzgefahr steigert, läßt sich gegenwärtig nicht entscheiden.

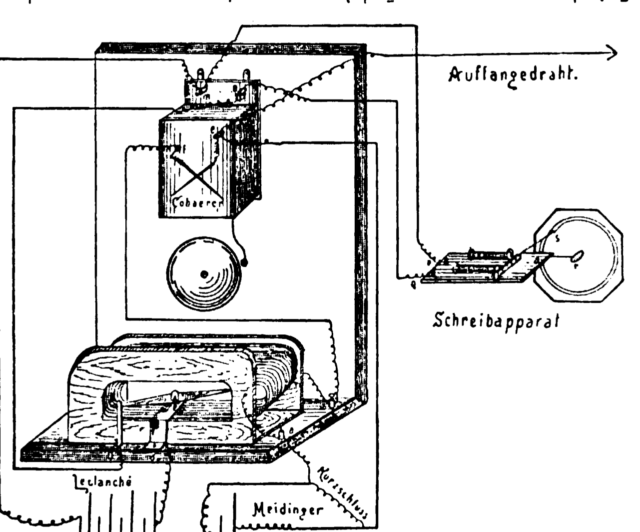
So bleiben denn als sicher festgestellte Ursachen der größeren Gefährlichkeit des Blitzschlages nur folgende drei übrig: die wachsende Bevölkerungszahl der Kulturstaaten, die Vermehrung der zerstreuten Einzelsiedlungen, der Vorwerke und Ausbauten, und die Verminderung der Wald- und Sumpfflächen. „Das Wasser zieht den Blitz an,“ ist ein alter Volksglaube, der darin seine Bestätigung findet, daß über sumpfigen Gegenden das Gewitter zu weit häufigerer Blitzentladung kommt als im Bereich der fast gar keinen Naturboden mehr zeigenden Großstadt. Mit der Trockenlegung der Sümpfe und Moore vermindert sich vielleicht die Anzahl der Blitze, denen der Boden zu einer leichten Entladung entzogen wird; aber indem wir den Ausgleich der geringeren Spannungen unterbinden, steigert sich die Heftigkeit und Schädlichkeit der Blitze. Die Wälder bewirken den allmählichen Ausgleich der elektrischen Spannungen, wie die nicht selten auf der Oberfläche des Wipfelmeeres erscheinenden Elmsfeuer zeigen, vermittels der Millionen Spitzen, welche sie in die Luft strecken, und die Blitze, welche hier niedergehen, richten ebenso wenig Schaden an wie die auf unbewohnten Sümpfen fallenden.

Wo aber Wald und Sumpf verschwinden, erstehen menschliche Ansiedlungen, und zwar meistens Einzelgehöfte, und gerade diese sind es, die der zündende Strahl heimsucht. Wenn wir eine Generalstabskarte aus einer drei bis vier Jahrzehnte zurückliegenden Zeit mit einer Aufnahme derselben Gegend aus der Jetztzeit vergleichen, so setzt uns die Menge der Einzelhöfe, Vorwerke, Ausbauten und Ablagen, die neuerdings entstanden sind, in Erstaunen. Die Bequemlichkeit für den Ackerbau, welche diese Ent-



fernung von den geschlossenen Stadt- und Dorfanlagen mit sich bringt, wird mit einer beträchtlich erhöhten Blitzgefahr erkauft.

Die zunehmende Volksdichtigkeit endlich würde schon an sich, auch bei unveränderter Gewitterhäufigkeit, eine größere Zahl von Todes- oder Unglücksfällen durch den Blitzschlag bedingen. Dagegen wird sich durch irgend welche Schutzmaßregeln kaum etwas ausrichten lassen, es müßte denn sein, daß durch frühzeitige Warnung vor anziehendem Wetter den im Freien arbeitenden, am meisten bedrohten Personen Gelegenheit gegeben würde, sich rechtzeitig unter Dach und Fach zu bringen. Ein Vorteil wäre es schon, wenn in den Sommermonaten die Feldarbeit in den Stunden der stärksten Gewittertätigkeit ausgesetzt würde. Vermittels der Gewitterstatistik und des neuen, von J. Schreiber in Kalocsa konstruierten Gewitterregistrators hat man z. B. für das ungarische Flachland festgestellt, daß die stärkste Gewittertätigkeit für diese Gegend in den Sommermonaten auf die Stunden von 12 bis 7 Uhr nachmittags fällt. Würde diese Zeit, in der die Hitze ohnehin erschlaffend und vielfach sogar die Gesundheit schädigend wirkt, den Mahlzeiten und dazwischen einem mehrstündigen Schlafe gewidmet, so ließe sich unter Abwendung der Gefahr immer noch eine ausreichende, vor allem gesündere Arbeitszeit gewinnen.



J. Schreibers Gewitterregistrator.

Eine rechtzeitige Anzeige drohender Gewitter liefern die elektrischen Signalapparate für ferne Gewitter, deren erster vor vier Jahren von Ducretet in Paris eingerichtet wurde. Den wichtigsten Bestandteil dieser Apparate bildet der aus der drahtlosen Telegraphie genugsam bekannte Kohärer, welcher ungemeine Empfindlichkeit für die langen elektrischen Wellen besitzt. Ducretet hatte bei Paris unweit seines Laboratoriums einen die Umgebung überragenden, 26 Meter hohen Mastbaum aufgestellt, um den er spiralig einen langen Draht wand. Das eine Ende desselben führte er in sein Laboratorium und verband es mit einem Kohärer. Das erste erfolgreiche Resultat zeigte sich bei einem am 11. Juni 1898 nachmittags zwischen 2 Uhr 30 Minuten und 3 Uhr 40 Minuten abgelaufenen Gewitter, wobei der automatische elektrische Ausschalter 311 elektrische Ausgleiche verzeichnete. Diese Vorrichtung hatte schon damals die Anwesenheit beziehungsweise das Entstehen der Hertzschen Wellen angezeigt, bevor noch das mindeste Anzeichen eines bevorstehenden Gewitters zu sehen, noch weniger von Blitz und Donner etwas wahrzunehmen war. Der klare und wolkenlose Himmel ließ nicht einmal ahnen, daß in der Umgebung von Paris ein Gewitter tobte, das nach Verlauf einiger Stunden auch über der Hauptstadt zum Ausbruch kam. Solcher Gewitteranzeiger sind seitdem mehrere konstruiert, unter denen der des italienischen Prof. Boggio-Lera der zweckentsprechendste zu sein scheint. Er zeigt nicht nur die lokalen Gewitter und die zwischen Wolke und Wolke vor sich gehenden Ausgleiche an, sondern alle diejenigen, die sich in 70 bis 100 Kilometer Entfernung von uns, also unter dem Horizont, abspielen, zeichnet die Anzahl der elektrischen Entladungen auf und ermöglicht dadurch eine bis dahin durch Zählung der Blitze nur unvollkommen erreichbare Bestimmung der Gewitterheftigkeit. Es wird sich gewiß ermöglichen lassen, derartige Instrumente zur rechtzeitigen Warnung vor heranziehenden schweren Gewittern zu verwenden.

Eine positive Bekämpfung der Blitzgefahr durch Maßnahmen zur Verminderung oder Unterdrückung von Gewittern wird sich dagegen wohl niemals erreichen lassen. Hoffentlich nicht! wird jeder Naturfreund hinzusetzen; denn wer möchte die wohltuende Reinigung und Abkühlung der Atmosphäre durch das Gewitter, wer möchte vor allem das grandiose Schauspiel selbst, eines der erhabensten, welche die Natur uns bieten kann, entbehren! Mögen wir nimmer aufhören, mit den Worten des Dichters zu empfinden: „Wenn ich des Donners Stimme höre, wenn Blitze ihre Flammen sprühn, zu wildem Kampf die Riesenheere der Wolken aneinander ziehn — da ist mir wohl, da ist die Seele in ihrem eignen Element, wo ich mit Flammen mich vermähle und wo der Sturm mich Bruder nennt!"

Eine Begleiterscheinung des Gewitters würde allerdings auch der begeistertste Enthusiast gern vermissen: die verderblichen Hagelschläge, deren Bekämpfung neuerdings in Österreich, Italien und Frankreich ganz energisch aufgenommen ist — ob mit Erfolg oder nicht, das ist eben die große Streitfrage des Wetterschießens. Den uralten Brauch des Wetterläutens bei drohenden Gewittern können wir als Vorläufer des Wetterschießens auffassen, indem er mit demselben Mittel, Erregung kräftiger Luftschwingungen, die Zerstreuung der unheilschwangeren Wolken anstrebte. Schon Leonardo da Vinci, ein ebenso bedeutender Ingenieur und Physiker wie hervorragender Künstler, soll behauptet haben, man könne ohne große



Schwierigkeiten verhindern, daß das Gebiet von Vicenza durch Hagelschläge verheert werde. Man brauche nur einige Bombarden auf die Spitzen der Berge zu stellen, von denen die Hagelwetter regelmäßig herkämen, und beim Erscheinen der Wolken darauf zu feuern; sie würden zerstreut und zerrissen werden, ohne Hagel fallen zu lassen. Um die Wende des XVIII. Jahrhunderts war das Wetterschießen in einer Anzahl französischer Landgemeinden in Ausübung; praktische Versuche in größerem Maßstabe aber wurden erst 1896 in Steiermark von dem Bürgermeister von Windisch-Feistritz unternommen.

Als Besitzer ausgedehnter Weinberge an der Südabdachung des Bachergebirges verlor Bürgermeister Stiger fast Jahr für Jahr den Ertrag seiner Rebengärten durch Hagelschlag, so daß er schon auf den Gedanken gekommen war, die ganze ungeheure Fläche mit einem engmaschigen Drahtnetz zu überspannen. Ehe er sich in diese Kosten stürzte, beschloß er noch einen Versuch mit dem Beschießen der Hagelwolken mittels gewöhnlicher Böller zu machen — und siehe da: der Erfolg war überraschend. „Drohend schwarz" — heißt es in einem Bericht an die Meteorologische Gesellschaft in Wien — „drängten sich die Wolkenmassen von den Höhen des Bachergebirges heran; auf einen Signalschuß begann von allen Stationen gleichzeitig das Schießen, und schon nach einigen Minuten kam Stillstand in die Wolkenbewegung. Dann öffnete sich wie ein Trichter die Wolkenwand, die Ränder des Trichters begannen zu kreisen, bildeten immer weitere Kreise, bis sich das Wolkengebilde zerstreute. Nicht nur kein Hagelschlag, auch kein Platzregen fiel nieder. In anderen Fällen entluden sich die Wolken durch Regen, während außerhalb des Schutzgebietes — es wurde auf eine Quadratmeile geschätzt — Hagel fiel." In vier aufeinander folgenden Jahren wurde im Schießrayon Windisch-Feistritz, wo man neuerdings mit Apparaten von beträchtlicher Größe und je 180 Gramm Sprengpulverladung schießt, jeder Hagelschaden vermieden. Auch in Italien, wo gleichfalls große Begeisterung für das Wetterschießen herrscht, will man viele günstige Resultate erzielt haben.

Dennoch ist die Zahl der Zweifler bedeutend größer als die der Anhänger. Wer weiß, sagen jene, ob das Hagelwetter, das man durch die Wirbelringe der Böller vertrieben zu haben glaubt, ohne Schießen sich über der anscheinend bedrohten Fläche wirklich entladen hätte. Das preußische meteorologische Institut hat zur Entscheidung der Frage eine eingehende Untersuchung begonnen, ob sich auf den Artillerieschießplätzen ein Einfluß des Schießens auf das Verhalten der Gewitterzüge und Hagelschläge erkennen läßt, zu welchem Zwecke auf den Schießplätzen selbst und in ihrer weiteren Umgebung eine hinreichende Zahl Beobachter Aufzeichnungen machten. Die hier zur Verwendung kommenden Mittel sind unvergleichlich größer als beim gewöhnlichen Wetterschießen; denn die Pulverladung beträgt schon bei den gewöhnlichen Festungs- und Belagerungsgeschützen bis zu 10 Kilogramm, bei den gewaltigen Schiffs- und Küstengeschützen 100 Kilogramm, bei einer Kruppschen 40 Zentimeter-Kanone bis zu 300 Kilogramm. Die Scheitelpunkte der Geschoßbahnen liegen in beträchtlichen Höhen, während die Luftwirbelringe der Böller kaum je über 400 Meter emporsteigen.

Die sorgfältige Zusammenstellung der Beobachtungen ließ erkennen, daß die Zahl der Gewittertage auf den Schießplätzen im dreijährigen Durchschnitt kleiner ist als in deren Umgebung, ausgenommen in Meppen. Die Schießplatzstationen haben im Jahr vier Gewittertage oder sieben Einzelgewitter weniger als das umliegende Gebiet. Hinsichtlich der Hagelfälle sind die Unterschiede sehr gering und daher bedeutungslos. Dr. Lachmann kommt daher zu dem Schlusse: „Wenn man von jedem Zweifel an der Vollständigkeit und Zuverlässigkeit des von den Beobachtern gelieferten Materials absieht, so würden die gewonnenen Zahlenwerte darauf hindeuten, daß auf den Artillerieschießplätzen eine Verringerung der Gewittertätigkeit eintritt, daß dagegen bezüglich der Hagelfälle noch keine klare Beziehung ausgesprochen ist." Nun ergibt aber die Beobachtung bei dem württembergischen Schießplatze Münsingen gerade das Gegenteil, nämlich eine erhebliche Zunahme der notierten Gewitter seit Anlegung des Schießplatzes, was zum Teil aber auf Irrtum der Beobachter beruhen könnte, die als Zivilpersonen vielleicht häufig den Geschützdonner mit Gewittergrollen verwechselt haben.

Diese einander widersprechenden Ergebnisse, welche vielfach gegen den Nutzen des Wetterschießens ins Feld geführt werden, scheinen mir für die Lösung der Frage völlig ohne Belang zu sein. Wahrscheinlich wird während der Tageszeit der größten Gewitterhäufigkeit, von 12 bis 4 Uhr, am allerwenigsten beziehungsweise gar nicht geschossen, da meines Wissens die Schießübungen besonders in den heißen Monaten meistens vormittags stattfinden. Sicherlich aber ist niemals versucht worden, der Gefahr eines drohenden Gewitters und Hagelschlags durch eigens zu dem Zwecke angestelltes Kanonieren rechtzeitig entgegenzuarbeiten. Deshalb ist es gänzlich verfehlt, aus den Schießplatzbeobachtungen nun zu folgern, „daß ein Nutzen des Wetterschießens nur in der Einbildung besteht". Da urteilen Prof. Pernter und Dr. Trabert von der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie zu Wien nach eingehenden praktischen Untersuchungen weit vorsichtiger. Die Erfolge des Wetterschießens in Windisch-Feistritz und bei Marburg erklären sich aus der günstigen Höhenaufstellung der Böller gegenüber den tief ziehenden Hagelwolken. Hier müssen die Wirbelringe sozusagen ins Schwarze treffen. „Ob aber ein solcher abwehrender Einfluß dem Wetterschießen überhaupt zuzuschreiben ist, das wollen wir nicht durch theoretische Erwägungen, die größtenteils wegen unserer Unkenntnis des eigentlichen Hagelbildungsprozesses leere Hypothesenmacherei bleiben müßten, sondern nur erst aus der Erfahrung und dadurch um so sicherer beurteilen. Heute läßt sich noch nichts Sicheres aus der Erfahrung sagen. Freilich das Eine steht fest, daß es sowohl in Italien als in Steiermark wiederholt Hagelschäden gegeben hat trotz des Schießens. Man hat da wohl nur mit den kleinen Apparaten und den kleinen Ladungen



geschossen, und es bleibt daher die Hoffnung, daß mit großen Apparaten und großen Ladungen doch noch ein Erfolg erzielt wird." Zu rechtzeitiger Anzeige drohender Wetter könnten auch in diesem Falle die obenerwähnten elektrischen Signalapparate dienen. Leider hat sich das Wetterschießen für die damit Beauftragten mehrfach als recht gefährlich erwiesen. Explosionen der benützten Apparate sind nicht selten vorgekommen und auch der Himmel scheint nicht geneigt, sich in den Kram pfuschen zu lassen. Am 7. August 1902 schlug der Blitz während des Wetterschießens in die Schießstation des Schlosses Vasoldsberg bei Graz, brachte das Pulver zur Explosion und verletzte die Bedienung schwer. Als Ersatz für die Wetterkanonen wurden übrigens auf der Generalversammlung des Deutschen Weinbauvereines im September 1902 Raketen empfohlen, von denen die Vitalschen schon länger in Gebrauch sind, während die neue, auffallend hoch steigende Rakete eines Straßburgers nach Versuchen am Rheinufer durch die Sachverständigen sehr günstig beurteilt wurde.

Im Reiche des Stoffes.

(Chemie.)

Neue Elemente. • Die Chemie der hohen und tiefen Temperaturen. • Chemische Ehevermittler. • Das Werden des Kristalls.

Neue Elemente.

Unter den Naturwissenschaften erfreut sich die Chemie beim großen Publikum anscheinend des geringsten Interesses, und diese Abneigung ist nicht ohne eine gewisse äußerliche Berechtigung. Wie die theoretische Physik den Laien durch ein Übermaß schwieriger mathematischer Berechnungen abschreckt, so überschütten uns die chemischen Werke und Zeitschriften mit einer beängstigenden Fülle von zungenverrenkenden Namen, chemischen Formeln und symbolischen Darstellungen, welche dem Uneingeweihten von vornherein die Lust nehmen, sich in die Chemie zu vertiefen. Und ein wie großes praktisches Interesse diese Wissenschaft bietet, ahnen die wenigsten. Trotzdem dürfen wir am Reich der Stoffe nicht stillschweigend vorübergehen; denn auch die Arbeit der Chemie verspricht, ihr volles Teil zur Lösung der großen naturwissenschaftlichen Fragen beizusteuern, und außerdem gehört sie zu den Fächern, in denen fast jede theoretische Untersuchung auch eine Frucht für das praktische Leben bringt. In dieser Hinsicht kann sich mit der modernen Chemie wohl nur noch die Elektrotechnik messen. Unsere großen chemischen Institute und Etablissements wissen wohl, weshalb sie ihren gut besoldeten Chemikern so reiche, mit allen technischen Errungenschaften der Neuzeit ausgestattete Laboratorien und unbeschränkte Mittel zur Verfügung stellen.

Zu den Überraschungen, welche die Chemie uns im letzten Jahrzehnt bereitet hat, gehört in theoretischer Hinsicht die Entdeckung einer stattlichen Reihe neuer Elemente. Über die radioaktiven Stoffe und die mit ihnen zusammenhängenden Elemente ist schon gelegentlich der geheimnisvollen Strahlen in der Physik etwas gesagt worden. Schon vor mehr als 100 Jahren hatte Cavendish erkannt, daß die Luft einen ihr fremden Bestandteil enthalte. Aber erst 1894 gelang es den englischen Chemikern Lord Rayleigh und W. Ramsay, dieses Gas wirklich zu finden und sein Verhalten zu studieren. Es ist das Argon, von dem die Luft 0·937%, also fast ein Hundertstel ihres Volumens, enthält. Schwer war ihm beizukommen, da es durchaus nicht mit anderen Körpern in Verbindung treten wollte, und diese Sprödigkeit veranlaßte die Entdecker, ihm den obigen, „das Träge" bedeutenden Namen beizulegen. Man hatte bemerkt, daß der der Luft entnommene Stickstoff, mochte man bei seiner Abscheidung auch mit aller nur möglichen Vorsicht verfahren, immer eine andere, größere Dichte hatte, als wenn man ihn nach irgend einer anderen der zahlreichen Methoden darstellte, über welche die Chemie verfügt. Somit steckte in diesem atmosphärischen Stickstoff noch ein anderer, fremder Körper, den es endlich gelang, durch Verflüssigung herauszutreiben: eben das Argon. Sein Spektrum zeigte eine große Ähnlichkeit mit einem Stoffe, der bereits 1868 von Lokyer in der Sonnenchromosphäre beobachtet worden war, damals aber irdisch noch nicht nachgewiesen werden konnte. Nun zeigte sich dieser als Helium bezeichnete Körper stets mit dem Argon vergesellschaftet, nicht nur in der Luft, sondern auch in zahlreichen Mineralien, in den schlagenden Wettern der Bergwerke, sogar in der Schwimmblase der Fische. Italienische Forscher entdeckten, daß Argon und Helium regelmäßig in den vulkanischen Gasausströmungen der Erdoberfläche zu finden sind, vor allem in den toscanischen Soffioni, der wichtigsten Lieferungsquelle von Borax und Borsäure. Endlich gelang es auch Moissan, der sich durch Vervollkommnung des Verfahrens, große chemische Effekte mittels enormer Hitzegrade hervorzubringen, berühmt gemacht hat, das Argon zu einer chemischen Verbindung, und zwar mit dem sehr schwer herstellbaren Fluor, zu zwingen.

Damit aber war die Reihe der Gase in der Atmosphäre noch nicht erschöpft. Durch die rastlose Tätigkeit Ramsays wurde zunächst das Krypton (das „Verborgene") entdeckt, welches spezifisch leichter als Argon, aber minder flüchtig als dieses, Sauerstoff und Stickstoff ist. Ihm folgten dann noch das Neon (das „Neue") und das Xenon (das „Fremde"), so daß die neue Gruppe von Elementen sich zunächst aus fünf Stoffen zusammensetzt. Daß diese sich so lange der Entdeckung entzogen haben, erklärt sich aus den minimalen



Mengen, mit denen sie in der Atmosphäre auftreten. Während vom Argon wenigstens noch nahezu 1% vorhanden ist, kommen vom Neon 1 bis 2 Teile auf 100.000 Teile Luft, vom Helium 1 bis 2 Teile auf 1 Million Teile Luft, beim Krypton 1 Teil auf 1 Million und beim Xenon 1 Teil erst auf 20 Millionen Teile der Atmosphäre. Letztere enthält außer dem Sauerstoff und Stickstoff dann noch als gelegentliche Beimischungen Kohlensäure, Wasserdampf, Ozon und Spuren von salpetriger Säure, Salpetersäure und Ammoniak. Im Plückerrohr, einer Verbindung des Prismas mit der bekannten Geißlerschen Röhre, gibt das Neon ein orangerotes glänzendes Licht wie eine Flamme und hat viele starke, gelbe und orangefarbene Spektrallinien. Krypton zeigt ein hellviolettes, Xenon ein himmelblaues Licht.

Nicht darin, daß nun die Zahl der Elemente um fünf vermehrt ist, beruht die Wichtigkeit dieser Entdeckung, sondern darin, daß sich von ihrem Studium wertvolle Resultate für die gesamte Atomlehre erwarten lassen. Diese Gase erwiesen sich nämlich sämtlich als einatomig, und da nach allgemein verbreiteter Anschauung der Zustand des einatomigen Gases der Urzustand der Materie ist, in dem sie sich befand, als sich die von der Laplaceschen Weltschöpfungslehre angenommenen Verdichtungen erst anbahnten, so dürfen wir von ihrer genaueren Kenntnis vielleicht Aufschlüsse über diesen Urzustand erwarten. Bekanntlich kommt jedem Element auf Grund seines Atomgewichtes ein bestimmter Platz in der Gesamtreihe zu, und in dieser nach Atomgewichten geordneten Reihe kehren in gewissen Zwischenräumen ähnliche Elemente wieder. Dieses sogenannte periodische oder natürliche System der Elemente weist an manchen Stellen Lücken auf, und diese Lücken zeigen an, daß noch Elemente vorhanden sind, die wir erst entdecken sollen. Merkwürdigerweise will sich aber das Atomgewicht der fünf neuen Elemente ebenso wie das des Wasserstoffes, des leichtesten Elements, dem periodischen System nicht glatt einreihen. Das letztere hat man deshalb nach allgemeinem Übereinkommen an die Spitze des natürlichen Systems gestellt und sein Atomgewicht = 1 den übrigen zu Grunde gelegt; wie man sich mit der neuen Gruppe abfinden wird, steht noch dahin.

Immer wieder zeigen gelegentliche Entdeckungen, daß wir bei weitem noch nicht die Bekanntschaft aller vorhandenen Elemente gemacht haben.

Einem seltenen Mineral, dem bei der norwegischen Ortschaft Brevig gefundenen Euxenit, hat man kürzlich ein neues, wahrscheinlich dem seltenen Zirkon verwandtes Element entnommen, und dasselbe Mineral scheint noch ein zweites, bisher unbekanntes Element zu enthalten, das einige Ähnlichkeit mit dem Tantal besitzt. Auch aus der Pechblende und dem Bröggerit scheinen neue Elemente sich ergeben zu wollen. Bei den geringen Mengen, in denen die gesuchten Stoffe auftreten, wäre ein sicherer Nachweis vielfach sehr schwierig beziehungsweise unmöglich, wenn nicht die Spektralanalyse ein Mittel böte, selbst minimale Stoffmengen sicher festzustellen. Abgesehen vom Natrium, war nach von W. Schuler angestellten Messungen Lithium dasjenige Metall, welches spektral in den geringsten Mengen nachgewiesen werden konnte, und zwar genügte im Funkenspektrum einer Lösung ein Vierzigmilliontel Milligramm Lithium zur Erzeugung der bekannten roten Lithiumlinie, während im Flammenspektrum eine zehnmal so große Menge nötig war. Und da will man den homöopathischen Verdünnungen die Wesenheit und Wirkung absprechen!

Die Chemie der hohen und tiefen Temperaturen.

Entsprechend dem Zenith, dem über unserem Scheitel liegenden höchsten Punkte des Himmelsgewölbes und dem an der unsichtbaren Himmelshalbkugel ihm gegenüberliegenden Fußpunkte oder Nadir kann man auch in der Wärmelehre von einem Zenith und Nadir der Temperatur sprechen. Unerreichbar wie der himmlische Zenith erscheint der erstere; weshalb sollte die Zunahme der Temperatur nicht unermeßlich steigen können? Wie wir uns aber für den astronomischen Nadir einen Punkt auf der uns abgewandten Erdhälfte als Ersatz konstruieren können, so erscheint auch der Nadir der Temperatur nicht außerhalb der Erreichbarkeit zu liegen. Wo er zu suchen sei, hat man mittels folgender Erwägung festzustellen versucht.

Bei Temperaturmessungen mit dem Luftthermometer nimmt man an, daß die Zunahme der Temperaturgrade über dem Null- oder Eispunkt und ebenso die Abnahme unter ihm in einem bestimmten Verhältnis zur Spannkraft der Gase, deren Temperatur gemessen wird, stehe, was auch mit den Angaben des Quecksilberthermometers sehr genau übereinstimmt. Da die Spannung der Gase sich für jeden Grad Celsius um $^1/_{273}$ ändert, so müßte, wenn dieses Gesetz unbegrenzt giltig bliebe — was freilich nicht ganz gewiß ist — die Spannung eines Gases bei -273^0 gleich Null sein, die Bewegung der Molekeln des Gases bei dieser Temperatur also aufhören. Dieser Punkt wird zum Unterschiede von dem Eispunkte der absolute Nullpunkt oder der Nadir der Temperatur genannt. Den fortgesetzten Bemühungen, ihn zu erreichen, verdankt das praktische Leben die Bereitung des flüssigen Sauerstoffes, der flüssigen Kohlensäure, der flüssigen Luft und die ganze wichtige Kältemaschinen-Technik.

Die Abkühlung der zu verflüssigenden Gase auf ihren Siede- und auf ihren Schmelzpunkt geschieht durch verschiedene Mittel. Man benützt den Umstand, daß ein Gas, wenn es sich ohne Hinzutritt von Wärme plötzlich ausdehnt und dabei eine Arbeit verrichtet, sich sehr stark abkühlt; ferner drückt man die Temperatur des noch nicht verflüssigten Gases dadurch herab, daß man es der Verdunstungskälte eines schon verflüssigten aussetzt. Der durch seine Arbeiten auf diesem Gebiete bekannte englische Physiker Dewar kühlte z. B. den Wasserstoff, den er verflüssigen wollte, mit flüssiger Luft vor, welche seit 1895 nach dem Verfahren von Linde in großem Maßstabe billig hergestellt wird. So gelang es ihm, den Siedepunkt und die

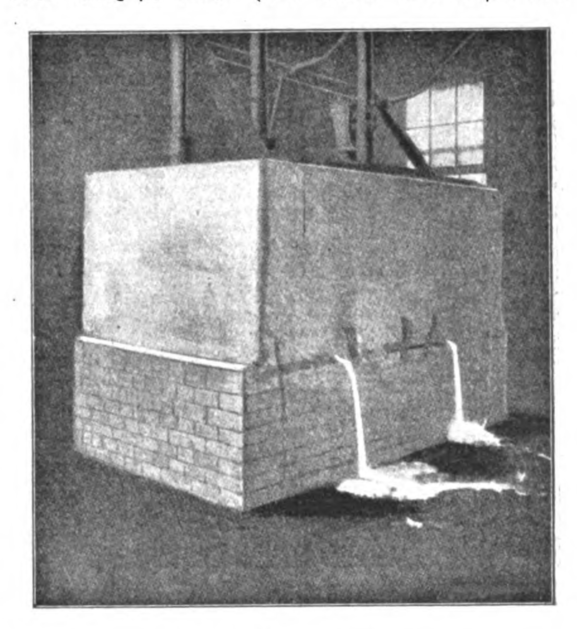
Schmelztemperatur des Wasserstoffes auf — 252·5 und — 257° (20·5 und 16° absoluter Temperatur) festzustellen. Durch Verdunstung des flüssigen Wasserstoffes wurde diese Kälte noch um einige Grade erniedrigt. Dem Nadir der Temperatur noch näherzukommen, soll das Helium ermöglichen, dessen Kühlung wiederum mit flüssigem Wasserstoff erfolgen muß. Der wahrscheinliche Siedepunkt des Heliums wird nur noch 5° über dem absoluten Nullpunkt liegen; doch sind hier die technischen Schwierigkeiten, die Feststellung, ob das Gas wirklich schon tropfbarflüssig ist, die genaue Messung der Temperatur, so groß, daß noch keine sicheren Ergebnisse vorliegen.

Nicht minder schöne Früchte haben die Versuche zur Erreichung überaus hoher Temperaturen ergeben. Bis vor wenigen Jahren erzielte man mit Hilfe des Sauerstoffgebläses Hitzegrade von rund 2000° C., bei denen sehr schwer schmelzbare Körper, wie Quarz, Tonerde, Platina, verflüssigt wurden. Da diese Temperatur zur Durchführung mancher Versuche noch nicht genügte, so versuchte man, die auf 3500° geschätzte Hitze des elektrischen Lichtbogens dienstbar zu machen. Moissan erbaute seinen jetzt in mannigfachen Abänderungen für verschiedene Zwecke zurechtgestutzten elektrischen Ofen, in dem die zu erhitzenden Stoffe in kleinem, von feuerfester Substanz umschlossenem Raume der Glut des elektrischen Flammenbogens ausgesetzt sind, ohne von ihm umspült zu werden. Das erste Modell des elektrischen Ofens bestand aus zwei genau aufeinander passend gearbeiteten Kalksteinblöcken, deren unterer eine Längsrinne zur Aufnahme der beiden Kohlenspitzen, der Elektroden, und in der Mitte eine kleine Vertiefung zur Aufnahme des Gegenstandes besaß, auf den die Hitze wirken sollte. Der obere Block war über dem Lichtbogen leicht gewölbt; er strahlte, da die Oberfläche des Kalkes durch die ungeheure Hitze bald geschmolzen und schön geglättet wurde, die ganze Wärme auf die kleine Vertiefung und die dort liegende Masse zurück. Auch ein kleiner Tiegel mit dem zu schmelzenden Stoffe kann hier aufgestellt werden.

Dem elektrischen Ofen verdankt die Chemie schon jetzt eine Reihe wichtiger Entdeckungen. Eine Anzahl von Substanzen, die man früher für unschmelzbar hielt, sind durch ihn in den flüssigen und den luftförmigen Zustand übergeführt worden. Ungelöschten Kalk hat man bei etwa 3000° verflüssigt, bei noch höherer Temperatur verdampft, Stücke von Bergkristall, also reinstem Quarz, zum Sieden gebracht und auch diejenigen Metalle, die bisher als feuerfest galten, verflüchtigt. Gold, Silber, Platin, Aluminium, Mangan, Kupfer, Eisen, bisher nur fest oder flüssig bekannt, sind durch die Temperatur des elektrischen Lichtbogens in den dampfförmigen Zustand übergeführt, ebenso mehrere Metalloide, wie Silizium, Bor und Kohle. Die beiden letzteren gehen merkwürdigerweise wie Jod und arsenige Säure vom festen gleich in den dampfförmigen Zustand über, ohne dazwischen flüssig zu erscheinen.

Die Metalle und das Silizium lassen sich im elektrischen Ofen in bisher unerreichter Reinheit darstellen, so daß man bei manchen von ihnen erst jetzt erfährt, wie sie sich eigentlich ohne fremde Beimischung verhalten. Im Zustand großer Reinheit erhält man, wie hier gleich angefügt sei, die Metalle neuerdings auch durch Destillation, indem man sie in schwer schmelzbaren, luftleer erhaltenen Retorten starken, lang anhaltenden Hitzegraden aussetzt, ein Verfahren, bei dem gewisse, allerdings nicht sehr große Mengen in den dampfförmigen Zustand übergehen und sich in den kühleren Teilen des Gefäßes in Form kleiner Kriställchen niederschlagen. Im elektrischen Ofen dagegen beziffern sich die erhaltenen Mengen stets auf viele Pfund.

Von den praktischen Ergebnissen, welche die Verwendung des elektrischen Ofens verspricht, hat die Herstellung der künstlichen Diamanten aus Kohle oder Graphit unter dem Druck von Eisen am



Elektrischer Ofen wird entleert.

meisten von sich reden gemacht. Doch braucht der natürliche Diamant bis jetzt die Konkurrenz der winzigen Kunstprodukte nicht zu fürchten. Wichtiger ist die Gewinnung des Kalziumkarbids, das zum Lieferanten eines der brauchbarsten Beleuchtungsmittel, des Azetylens, geworden ist, und die Darstellung des Phosphors im elektrischen Ofen. Auch die Verbindung des Siliziums mit Kohlenstoff, das sogenannte Karborund, gewinnt als ein dem Diamant an Härte nahekommendes Schleifmittel stetig wachsende Bedeutung. Behufs Gewinnung von Phosphor wird die mit sehr feuerbeständiger gebrannter Magnesia gefütterte elektrische Kammer mit natürlichem Phosphatgestein, wie Phosphorit oder Apatit, nebst bestimmten Mengen Sand und Kohle gefüllt. Ein Wechselstrom von 1000 bis 4000 Ampère und 30—120 Volt bringt innerhalb 5 Minuten eine Temperatur von 3800 bis 3900° C. hervor, wobei sich die Mischung zu Kalziumsilikat, Kohlenoxyd und Phosphor zersetzt. Innerhalb einer Viertelstunde lassen sich 35 bis 38 Kilogramm des Phosphats bearbeiten, wobei 99% des in dem Gestein enthaltenen Phosphors direkt gewonnen werden.



Während das geschmolzene Kalziumsilikat, die Schlacke, durch eine seitliche Bodenöffnung abfließt, wird der infolge der hohen Temperatur dampfförmige Phosphor seitwärts oben abgeleitet und unter Wasser verdichtet. Da der Ofen mit fortgesetzt neu aufgefülltem Material ununterbrochen arbeitet, so zeichnet sich diese Art der Phosphorgewinnung durch Einfachheit, völlige Ausnützung des Rohstoffes und Billigkeit vor dem gewöhnlichen Verfahren aus.

Chemische Ehevermittler.

Die „Wahlverwandtschaft", welche zwischen gewissen chemischen Elementen vorhanden ist, genügt nicht immer, die betreffenden Stoffe zum Eingehen der Verbindung zu veranlassen. In manchen Fällen ist dazu die Gegenwart eines Vermittlers nötig, der, gewissermaßen zuredend, die Sprödigkeit der beiden zur Vereinigung bestimmten Stoffe überwindet und die Hindernisse der Eheschließung aus dem Wege räumt. Die Chemie bezeichnet derartige Vermittler, die jedoch nicht nur Verbindungen beschleunigen, sondern auch zusammengesetzte Körper zerfallen lassen können, als Katalysatoren und den Vorgang selbst als Berührungswirkung oder Katalyse. Katalytische Vorgänge sind schon seit dem Anfang des XIX. Jahrhunderts bekannt, aber noch niemals ausreichend erklärt worden. Besonders merkwürdig erscheint es, daß außerordentlich geringe Stoffmengen zur Einleitung der Katalyse genügen und daß von den vermittelnden Stoffen wenig oder in manchen Fällen gar nichts verbraucht wird.

Die Herstellung der in großen Mengen technisch verwendeten Schwefelsäure z. B. beruht auf der Anwendung eines solchen Katalysators, des Stickstoffdioxyds, eines roten Gases, welches bei der Einwirkung von Salpetersäure auf die meisten Metalle entsteht. Schwefelsäure bildet sich aus der stechend riechenden schwefligen Säure durch Aufnahme von Sauerstoff der Luft. Diese Oxydierung, welche bei einfachem Mischen von schwefliger Säure mit Luft nur sehr langsam vor sich gehen würde, wird nun durch die Gegenwart des Stickstoffdioxyds beschleunigt. Letzteres ist jedoch nicht der einzige für diesen Zweck geeignete Vermittler: in neuerer Zeit bedient man sich anstatt seiner auch fein verteilten, schwammförmigen Platins, welches bedeutende Vorzüge bietet. Denn während von dem Stickstoffdioxyd bei dem alten Verfahren, dem sogenannten Bleikammerprozeß, erhebliche Mengen mitgerissen werden und sich ein unvermeidlicher, recht kostspieliger Verlust ergibt, gestattet das Platin nicht nur die Herstellung in viel kleineren Behältern, als die Bleikammern der Schwefelsäurefabriken sind, sondern vermittelt die Wirkung zwischen der schwefligen Säure und dem Luftsauerstoff in geradezu idealer Weise, ohne selbst merkbare Verluste zu erleiden.

Eine sehr einleuchtende Erklärung für die Platinkatalyse gibt Dr. Bodenstein, indem er von der Tatsache ausgeht, daß Wechselwirkungen zwischen Dämpfen etwa tausendmal langsamer vor sich gehen als zwischen Flüssigkeiten. Fein verteiltes Platin hat nun die Eigenschaft, in seinen Poren Gase zu verdichten, also den Flüssigkeiten ähnlicher zu machen, woraus sich leicht verstehen läßt, daß an dem Platin eine beschleunigte Wirkung vor sich geht, wobei immer neue Mengen der Ausgangsstoffe zur Tätigkeit gelangen; daß das Platin dabei unberührt bleibt, leuchtet ebenfalls ein.

Noch merkwürdiger gestaltet sich die Katalyse, wenn sich die zur Vereinigung bestimmten Stoffe nicht eines dritten als Vermittlers bedienen, sondern selbst katalytisch wirken. Das ist z. B. der Fall beim Lösen von Metallen in Salpetersäure. Letztere, eine sehr stark und energisch oxydierend wirkende Säure, löst außer Gold, Platin und wenigen anderen Metallen sämtliche Metalle und einige Metalloide zu salpetersauren Salzen. Die hiebei auftretende salpetrige Säure beschleunigt die Geschwindigkeit der Einwirkung der Salpetersäure und dadurch verläuft der Vorgang folgendermaßen: „Wird das Metall in die reine Säure gebracht, so beginnt die Reaktion äußerst langsam. In dem Maße, wie sie fortschreitet, wird sie schneller und schließlich stürmisch. Ist diese Periode vorüber, so verlangsamt sich der Prozeß." Das widerspricht dem gewöhnlichen Verlaufe der Reaktionen, die sonst mit der größten Geschwindigkeit beginnen und wegen des allmählichen Verbrauches der wirkenden Stoffe immer langsamer werden.

Prof. Ostwald, der den katalytischen Vorgängen ein anhaltendes Studium gewidmet hat, betont die Ähnlichkeit dieser Prozesse mit manchen physiologischen Erscheinungen im menschlichen Organismus. Er nennt die soeben geschilderte eine typische Fiebererscheinung. Noch eine andere wichtige physiologische Tatsache läßt sich chemisch illustrieren: die Gewöhnung und das Gedächtnis. Nimmt man von derselben Salpetersäure zwei Proben, die nur dadurch unterschieden sind, daß in der einen vorher ein Stückchen Kupfer aufgelöst ist, und bringt in beide zwei gleiche Kupferplättchen hinein, so sieht man alsbald, daß die Säure, welche schon einmal Kupfer gelöst hatte, sich an die Arbeit „gewöhnt" hat, sie willig, sehr geschickt und geschwind auszuführen beginnt, während die „ungeübte" Säure mit dem Kupfer nichts anzufangen weiß, träge und ungeschickt arbeitet. Daß es sich um eine Katalyse durch salpetrige Säure handelt, wird ersichtlich, wenn man der trägen Säure etwas salpetrigsaures Natrium zusetzt: alsbald beginnt auch sie willig und fleißig zu arbeiten. Auch das organische Leben scheint solche Vermittler oder Katalysatoren zu kennen, die man als Enzyme bezeichnet. Zu ihnen gehört z. B. das bekannte Pepsin, von dem winzige Spuren genügen, um im Magen fast unbegrenzte Mengen von Eiweiß zu verflüssigen und dadurch für den Körper nutzbar zu machen. Ostwald verspricht sich von der weiteren Ausnützung katalytischer Vorgänge die tiefgreifendsten Umwandlungen in der Technik, erwartet auch von ihrem Studium Aufschlüsse über die schwierigsten Probleme des Lebens; ob letzteres mit Recht, läßt sich freilich bezweifeln.

Das Werden des Kristalls.

Die einfachsten Lebewesen, die einzelligen Urtiere und Urpflanzen, vertritt in der Welt des Unorganischen der Kristall, und zwar nicht nur hinsichtlich der Form. „Was in Wolken, Bach und Kristall erscheint, ist der schwächste Nachhall jenes Willens, der vollendeter in der Pflanze, noch vollendeter im Tiere, am vollendetsten im Menschen hervortritt.“ Diese Erkenntnis des Philosophen, der auch die unbefangene Kindesseele Ausdruck gibt, wenn sie mit Steinen und Bäumen wie mit ihresgleichen redet — diese Erkenntnis treibt uns zu der Frage: Was ist und wie entsteht das Individuum des Mineralreiches, der Kristall?

Wenn wir die Bildung der Eisblumen an der Fensterscheibe, also die Kristallisation des Wassers, auch noch so gespannt beobachten, es glückt uns dennoch nicht, den merkwürdigen Vorgang in seinem Entstehen zu erfassen. Bald hier, bald dort schießt ein Kriställchen hervor, die Strahlen setzen sich unter bestimmtem Winkel zusammen, die wunderbaren Gebilde der Eisblumen entwickeln sich vor unseren Augen; aber der Anfang all dieser zarten und reizenden Gestalten entgeht uns regelmäßig. Nicht anders verläuft die Sache, wenn wir der Entstehung von Kristallen in Lösungen nachspüren. Zahlreiche Forscher haben die stärksten Mikroskope zu Hilfe genommen; ohne allen Erfolg. Man sieht im Gesichtsfelde des Mikroskops an einer bis dahin durch nichts auffallenden Stelle plötzlich ein Kriställchen, wie aus dem Nichts entstanden: es ist da, ohne daß man sagen könnte, wie es geworden ist. Eine unbewiesene Behauptung ist es, wenn schon in der ersten Hälfte des XIX. Jahrhunderts und auch späterhin gesagt wurde, es bildeten sich zunächst sehr kleine Kügelchen in der Flüssigkeit und aus diesen flössen die Kristalle zusammen.

Um der Sache auf den Grund zu kommen, haben W. Richards und H. Archibald versucht, den Augenblick der Kristallwerdung durch eine Reihe aufeinander folgender Momentaufnahmen des mikroskopischen Bildes zu erhaschen. Der von ihnen zu dem Zwecke konstruierte photographische Apparat ist sehr sinnreich, und die Aufnahmen lassen Objekte, deren Durchmesser den tausendsten Teil eines Millimeters beträgt, noch deutlich erkennen. Aber auch damit war nichts erreicht. In keinem Falle ließ sich das Auftreten kleiner Flüssigkeitskugeln nachweisen; es erscheinen vielmehr selbst unter den stärksten Vergrößerungen immer bereits fertige Kristalle. Diese zeigten sich schlecht begrenzt, weniger aus Mangel an einem bestimmten kristallinischen Bau als wegen des überaus schnellen Anwachsens der jungen, bereits vorhandenen Kristalle. Dieses Größerwerden des Durchmessers geschieht so rasch, daß schon der Zeitraum einer Fünftelsekunde verschiedene Wachstumsstufen zu umfassen scheint. Überhaupt wächst der Kristall in seiner ersten Lebenssekunde bedeutend stärker als während der folgenden Periode; er weist in dieser Hinsicht eine merkwürdige Ähnlichkeit mit den in ihren ersten Monaten ebenfalls am schnellsten wachsenden organischen Wesen auf.

So entziehen sich auf anorganischem Gebiete wie im Bereiche der Lebewesen gerade die interessantesten Vorgänge des Werdens unserem nach wahrer Erkenntnis strebenden Wissensdurst. Wird das ewig so bleiben? Sollte, wie den einfachen Hilfsmitteln vergangener Jahrhunderte gegenüber, auch angesichts unserer hochentwickelten wissenschaftlichen Technik der Spruch Recht behalten:

Geheimnisvoll am lichten Tag,
Läßt sich Natur des Schleiers nicht berauben,
Und was sie deinem Geist nicht offenbaren mag,
Das zwingst du ihr nicht ab mit Hebeln und mit
Schrauben?

Das Leben und seine Entwicklung.

Urzeugung oder Ewigkeit des Lebens? • Ein Angriff auf die Abstammungslehre. • Ein Käfer als Zeuge für die Deszendenztheorie. • Die Entstehung neuer Pflanzenarten. • Die Weisheit der Schmetterlinge. • Die wahre Bedeutung der Erde in der Biologie. • Gleiche Ursachen — gleiche Wirkungen.

Urzeugung oder Ewigkeit des Lebens?

Aus der Heroenzeit der alten Völker tönt die Sage von allerhand mythologischen Ungeheuern zu uns herüber, die, auf steilen Felsen oder in dunklen Höhlen hausend, die armen Sterblichen mit verzwickten Rätselfragen plagten und die Unglücklichen, welche sich vorwitzig zur Beantwortung drängten, in den Abgründen vor ihrer Behausung zerschellen ließen. Auch über der heutigen Menschheit reckt mehr als eine Sphinx drohend das rätselhafte steinerne Antlitz empor, und Kinderspiel sind die Fragen der Vorzeit im Vergleich mit denen, welche uns die starren Lippen zuraunen.

Als der Rätsel dunkelstes kann wohl die Frage nach dem Ursprung und Wesen des Lebens gelten. Jede Generation glaubt sie gelöst zu haben oder ihrer Beantwortung doch ganz nahe zu sein, und vor jeder folgenden erhebt sie sich wie der Phönix aus der Asche und heischt aufs neue Antwort. Die Generation der Büchner, Moleschott, Strauß und Karl Vogt war die letzte, welche mit kühnem Forscherdrange das Dunkel der Lebenskraft gelichtet zu haben wähnte. Materialismus oder Mechanistik hieß das Zauberwort, das alle Zweifel bannen sollte. Heute lächelt man über die hohe Zuversicht, welche ein Rätsel gelöst zu haben glaubte, dessen vollen Sinn man nicht einmal erkannte; man spottet über die Oberflächlichkeit, mit der jene Generation das tiefsinnigste aller Probleme anfaßte. Aber der Ödipus, dessen Lösung die Sphinx zerschmetterte, soll auch uns noch kommen.

Von den Fragen: Was ist das Leben? wo, zu welcher Zeit und auf welche Weise entstand das erste Lebewesen? hat die letztere für die Mensch-



heit anscheinend stets den größeren Reiz gehabt. Unter den Hypothesen, welche den Ursprung der Organismen beleuchten, steht trotz aller praktischen Mißerfolge die Annahme der **Urzeugung** immer noch in erster Linie. Sie verlegt die Entstehung der ersten Lebenskeime entweder auf ältere, ferne Weltkörper und nimmt eine Übertragung durch Meteoriten auf den schon erkalteten Erdball an, oder sie läßt den ersten Schöpfungsakt sich auf der Erde selbst vollziehen. Eine interessante Möglichkeit des letzteren Falles beleuchtet der Norweger **P. Engelbrethsen** auf Grund einer älteren, wenig bekannten Abhandlung des großen Physiologen **Pflüger**.

Das Leben in seiner niedrigsten wie höchsten Form zeigt sich stets an bestimmte Stoffe, die sogenannten Eiweißstoffe oder Proteïne, gefesselt. Das „lebendige Eiweißmolekül" enthält für gewöhnlich nur fünf Grundstoffe, nämlich Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel, diese jedoch in so äußerst verwickelter chemischer Zusammensetzung, daß wir dieses Geheimnis bisher mit keinerlei Mitteln haben enthüllen können. Das Hämoglobin, der eigentliche Farbstoff des Blutes, enthält z. B. in einem Molekül 600 Atome Kohlenstoff, 960 Atome Wasserstoff, 179 Atome Sauerstoff, 154 Atome Stickstoff, 1 Atom Eisen und 3 Atome Schwefel. Wie diese 1897 Atome untereinander zum Molekül verbunden sind, davon haben wir keine Vorstellung, und doch käme es für die Erklärung des Lebensprozesses gerade auf diese Lagerungsverhältnisse an, die in den verschiedenen Eiweißarten, selbst bei gleicher prozentischer Zusammensetzung, sehr verschieden zu sein scheinen.

Während der tote Eiweißstoff, z. B. das Eiweiß im Hühnerei, sich unter geeigneten Umständen sehr lange unverändert halten kann, ist das lebendige Eiweiß der Schauplatz unaufhörlicher Spaltungen und Neubildungen, selbst wenn jede äußere Einwirkung ferngehalten wird. Dieses beständige Niederreißen und Wiederaufbauen innerhalb des Eiweißmoleküls wird vor allem durch den Sauerstoff unterhalten. Entziehung des Sauerstoffes wirkt direkt lähmend auf die Lebensvorgänge in der Zelle. Vergleicht man nun die Spaltungsprodukte des lebenden Eiweißes mit denen des toten, wenn man letzterem künstlich Sauerstoff eingeführt hat, so zeigt sich ein merkwürdiger Unterschied. Die stickstoffreien Produkte sind in beiden Fällen dieselben, die stickstoffhaltigen dagegen zeigen für gewöhnlich nicht die geringste Ähnlichkeit. In den stickstoffhaltigen Atomgruppen muß also der Wesensunterschied der beiden Eiweißarten liegen. Die wichtigsten Spaltungsprodukte des lebenden Eiweißes enthalten zum Teil selbst Cyan, die Verbindung des Kohlenstoffes mit dem Stickstoff, teils lassen sie sich künstlich aus Cyanverbindungen herstellen. Das deutet darauf hin, daß das lebende Eiweiß vom toten sich wesentlich dadurch unterscheidet, daß es Cyangruppen enthält. Aus diesen Cyanverbindungen treten infolge der großen Zuneigung zwischen Kohlenstoff und Sauerstoff bei inniger Annäherung des letzteren die Kohlenstoffatome aus, verbinden sich mit je zwei Atomen Sauerstoff und werden als Kohlensäure ausgeschieden.

Ist also Cyan ein Grundbestandteil der lebenden Materie, so müssen wir nicht, wie es so oft geschieht, fragen: Wie entstand Kohlensäure und Ammoniak? sondern: Wie entstand Cyan? Erstere sind Ergebnisse eines Spaltungs- oder Auflösungsvorganges der Materie. Cyan dagegen ist das Resultat eines Aufbauungsprozesses. **Kohlensäure und Ammoniak bezeichnen das Ende, Cyan den Anfang des Lebens.** Das Problem der Entstehung des Lebens verdichtet sich also zu der Frage: Wie entstand das Cyanradikal?

Die verschiedenen Cyanverbindungen, wie Cyankalium, Cyansäure, Cyanammonium, Cyanwasserstoff oder Blausäure bilden sich nur bei Gluthitze, z. B. wenn man die notwendigen stickstoffhaltigen Bestandteile mit glühenden Kohlen mengt, oder wenn man ein Gemenge stickstoffhaltiger Stoffe und Kohle bis zur Weißglut erhitzt. Manche Cyanverbindungen konnten sich also schon bilden, während die Erde sich noch teilweise oder ganz in flüssigem Zustande befand. Ferner lehrt uns die Chemie, daß auch die übrigen wesentlichen Bestandteile des Eiweißes bei hohen Temperaturen entstehen können. Nach **Crookes**, **Preyer** und anderen Forschern stimmt das relative Alter der Grundstoffe mit ihrem Atomgewichte überein. Als erstes Element schied sich also aus dem Urstoffe der Wasserstoff mit dem Atomgewichte 1 aus. Ihm folgten das Lithium mit 7, Beryllium mit 9, Bor mit 11, Kohlenstoff mit 12, Stickstoff mit 14, Sauerstoff mit 16 Atomgewicht. Es haben also alle wichtigen Bestandteile des Eiweißes niedrige Atomgewichte, sind also von verhältnismäßig hohem Alter und gebildet worden, als die Erde sich noch in hohen Hitzegraden befand.

„Man sieht," sagt **Pflüger** im Anschluß an diese Darlegungen, „in welchem auffallenden und merkwürdigen Grade alle chemischen Tatsachen uns auf das Feuer als die Kraft verweisen, die durch Zusammenfügen die verschiedenen Bestandteile des Eiweißes hervorgebracht hat. **Das Leben verdankt also dem Feuer seine Entstehung** und ist entstanden in einer Zeit, wo die Erde noch eine glühende Feuerkugel war. Denkt man an die unendlich lange Zeit, in der die Abkühlung der Erdoberfläche vor sich ging, so hatte das Cyan und die Verbindungen, die Cyan- und Kohlenwasserstoff enthielten, sowohl Zeit wie Veranlassung dazu, in weitestem Maße seiner großen Neigung, unter Mitwirkung des Sauerstoffes, des Wasserstoffes und der Salze sich umzubilden zu dem leicht spaltbaren Eiweiß, der lebenden Materie, zu folgen." Das erste Eiweiß, welches entstand, war auch lebende Materie. Es verhält sich zu den gewöhnlichen chemischen Molekülen etwa wie die Sonne zu den Meteoriten. Selbstverständlich glaubt **Pflüger** mit diesen Anschauungen nicht, daß eine Urzeugung auch gegenwärtig noch möglich sei. Die Bedingungen für die Entstehung von Lebewesen aus unbelebter Materie auf Erden sind unwiederbringlich dahin. Wohl aber ist er der



Meinung, daß alles Lebende eine gemeinschaftliche Wurzel hat, nicht auf verschiedene Quellen zurückzuführen ist, und diese Wurzel reicht hinab in eine Zeit, wo die Erde ihre Existenz als selbständiger Himmelskörper begonnen hatte.

Pflüger und viele Physiologen mit ihm sind also der Ansicht, daß die Entstehung der ersten Lebewesen rein mechanisch-chemisch durch Zusammentreffen der geeigneten Stoffe unter besonders günstigen Bedingungen zu erklären sei. Gegen diese Ansicht wendet sich der Vitalismus, die Anschauung, daß es zur Erklärung des Lebens der Annahme einer ganz besonderen, von allen übrigen Naturkräften grundverschiedenen Lebenskraft bedürfe. In dem erbitterten, aber zwecklosen Streite dieser beiden Weltanschauungen, der Mechanistik und der Vitalistik, hat jüngst auch ein alter Kämpe für die Berechtigung der letzteren, Prof. Dr. Gustav Jäger, das Wort ergriffen, um eine Ansicht, die er schon vor einem Vierteljahrhundert als erster aufgestellt, neu zu begründen und auszubauen.

Der dem großen Publikum mehr als „Wollapostel" und „Seelenriecher" bekannte hervorragende Zoologe weist zuerst die Meinung zurück, als ob damit, daß man einige organische Stoffwechselprodukte künstlich hergestellt habe, auch die Entstehung sämtlicher organischen Stoffe auf mechanischem Wege bewiesen sei. Und selbst, wenn es gelänge, alle Stoffe, aus denen ein Lebewesen besteht, aus unorganischem Material zusammenzusetzen, so sei auch dann noch an ein Obsiegen der mechanistischen Auffassung nicht zu denken. Denn wie ein Haufen von Steinen, Mörtel, Holz, Glas, Metall u. s. w. noch lange kein Haus, so ergebe auch eine Sammlung organischer Stoffe noch kein Lebewesen, auch wenn man bei letzterem nur die Form und den Aufbau in Betracht ziehe. Das „geistige Band", der Wille, die Lebenskraft, oder wie man es sonst nennen mag, fehlt einem solchen Konglomerat selbstverständlich. Niemand bezweifle, daß die Stoffe, aus denen die Lebewesen sich aufbauen, der toten Natur direkt oder indirekt entnommen werden. Die Streitfrage sei nur die, ob sie aus diesen Stoffen von selbst, ohne Mitwirkung eines außerhalb ihrer stehenden, anders gearteten Kraftträgers, aufgebaut werden, oder ob sie, so wie ein Haus, zu ihrer Entstehung nicht nur des Materials, sondern auch eines Baumeisters bedürfen.

Der letzteren Ansicht ist Prof. Jäger. Ihm ist das Leben eine zusammenhängende, nie unterbrochene, mit anderen Worten: ewige Erscheinung, und die Hoffnung, es werde gelingen, die Urzeugung von Lebewesen aus ausschließlich mechanistischen Ursachen und leblosem Material nachzuweisen, erscheint ihm so aussichtslos wie das Bestreben, Anfang und Ende von Zeit und Raum zu finden. Von Ewigkeit an sei das Leben ohne Unterbrechung neben den Vorgängen in der toten Natur einhergegangen und werde so einhergehen, wobei zwar beide Gebiete sich gegenseitig beeinflussen, aber jedes seine eigenen Wege geht und seinen eigenartigen Gesetzen folgt. Die Kontinuität der Lebensformen wird bewirkt durch die Vorgänge der Vermehrung und Fortpflanzung, die sich unter den Gesetzen der Vererbung vollziehen. Bei den einfachsten Lebensformen, den Urtieren, Einzelligen oder Protisten, erfolgt die Fortpflanzung von Generation zu Generation einfach durch Teilungsvorgänge oder durch Teilung abwechselnd mit Sporung: der Keim des neuen Wesens ist lediglich ein Teilstück des Mutterwesens. Somit ist hier das Leben niemals durch einen Zustand unterbrochen, in dem wir von etwas Leblosem oder gar von etwas Unorganischem sprechen könnten. Bei den vielzelligen Wesen tritt uns das entgegen, was Jäger zuerst als die Kontinuität des Keimplasmas bezeichnet hat und nun zu einer Lehre von der Kontinuität des Lebens überhaupt erweitert.

Dieser lückenlose Zusammenhang wird bei den höheren Lebewesen ein rhythmischer. Es wechseln Formen, die sich durch Beisammenbleiben der Einzelzellen und verschiedene Ausbildung derselben nach einem je nach der Art verschiedenen Bauplan zu höherer Organisation entwickeln, mit Zwischenformen, denen eine solche Entwicklung zunächst abgeht und die wir Eier, Samen oder Keime nennen. Auch diese sind keine Neubildungen aus totem, sondern Teilungsprodukte aus lebendigem Material; sie nehmen bei der Entwicklung des Mutterwesens an dieser Entwicklung nicht teil, sondern werden im Zustande schlummernden Lebens aufbewahrt, um erst später als Träger der Vererbungstradition den Aufbau der nächsten Generation in die Wege zu leiten. Dies ist Jägers Kontinuität des Keimplasmas.

Nun benützt das Leben zwar bei der Abwicklung seiner Erscheinungen die Stoffe und Kräfte der leblosen Natur, bringt die Stoffe jedoch in Verbindungen, die in der leblosen Natur fehlen, und besitzt den Einwirkungen von außen gegenüber die Fähigkeit der Rückwirkung; durch diese Reaktion verkehrt es vielfach den Erfolg dieser Einwirkungen in sein Gegenteil und schafft Formen, die nach der einen Seite zweckmäßig eingerichteten Maschinen gleichen, anderseits aber in ihrer Gesamtheit ein von der leblosen Natur auffällig und grundwesentlich verschiedenes Reich zahlloser, artlich getrennter Formen darstellen. Das Sein und Treiben dieses Reiches läßt sich durch die der toten Natur entnommenen Gesetze der Chemie und Physik nicht völlig erklären. Bei dem Versuch hiezu bleibt stets ein unerklärbarer Rest übrig, und zwar ein Rest, der nichts Äußerliches, sondern Kern und innerstes Wesen des Lebens ist. Als Träger dieses unerklärbaren Restes gilt eine eigenartige Kraft, die man seit jeher „Lebenskraft" genannt hat. Sie wegzustreiten wird zwar immer wieder versucht, ist aber ebensowenig gelungen wie der Nachweis der „Urzeugung" von Lebewesen durch die chemisch-physikalischen Kräfte der leblosen Natur.

Einen siegreichen Angriff auf die Lebenskraft schienen die im Jahre 1901 veröffentlichten Untersuchungen des französischen Pflanzenphysiologen Jean Friedel über künstliche Chlorophyllassimilation außerhalb des pflanzlichen Organismus zu verheißen. Bekanntlich besteht zwischen den beiden



Gruppen lebender Wesen, den Pflanzen und Tieren, hinsichtlich der Ernährung ein fundamentaler Unterschied. Während die tierische Zelle ausnahmslos fertigen Eiweißes bedarf, um ihren Lebensprozeß zu unterhalten, ist die Pflanze im stande, ihre lebendige Substanz aus ganz einfachen unorganischen Verbindungen aufzubauen, und zwar aus Kohlensäure, Wasser und einigen Salzen; letztere führen ihr die übrigen zum Aufbau der lebendigen Substanz notwendigen chemischen Elemente zu. Aus diesen einfachen unorganisierten Stoffen werden im Lebensprozeß der Pflanze schließlich die Eiweißkörper selbst, diese verwickeltsten aller organischen Gebilde und eigentlichen Lebensträger, geformt. Kann man also der pflanzlichen Nahrungsaneignung oder Assimilation auf die Spur kommen, so scheint man damit der Ergründung des Lebensrätsels selbst um ein beträchtliches näher gekommen zu sein.

Eine große Rolle bei der Nahrungsaufnahme spielen in den lebenden Zellen die sogenannten Enzyme, eiweißartige Stoffe, welche die Fähigkeit haben, chemische Umwandlungen in Gang zu bringen und zu unterhalten, ohne dabei selbst aufgebraucht zu werden. Friedel verfuhr nun folgendermaßen: Blätter des Spinats und auch anderer Pflanzen wurden mit wässerigem Glyzerin ausgezogen und ausgepreßt; nachdem der Auszug durch Papier und Tonzylinder aseptisch filtriert war, ergab sich eine klare, gelbe Flüssigkeit, welche nur die löslichen Bestandteile des Blattes, aber keine lebenden Reste mehr enthielt. Eine andere Portion gleicher Blätter wurde bei einer Temperatur von 100° gedörrt, so daß ein grünes Pulver zurückblieb, in dem der grüne Blattfarbstoff, das Chlorophyll, in totem, aber nicht zersetztem Zustande enthalten war. Das lebende Chlorophyll assimiliert bekanntlich unter dem Einflusse des Lichtes Kohlenstoff. Durch die Spaltöffnungen der Blätter nimmt die grüne Pflanze die Kohlensäure der Luft auf, zerspaltet sie in den Chlorophyllkörnern mit Hilfe der Sonnenstrahlen in Sauerstoff und Kohlenstoff und läßt ersteren entweichen, während der Kohlenstoff sich mit dem in den Zellen vorhandenen Wasser zu Stärke oder Zucker verbindet. Man stellt den Vorgang der Kohlenstoffassimilation, wie man ihn vermutet — denn tatsächlich bewiesen ist er keineswegs, er kann viel verwickelter sein, als angenommen wird — in folgender Formel dar: Kohlensäure ($6\,CO_2$) + Wasser ($5\,H_2O$) = Stärke ($C_6H_{10}O_5$) + + Sauerstoff ($6\ O_2$).

Der französische Physiologe experimentierte mit seinen beiden Stoffen, indem er sie mit Kohlensäure in Verbindung brachte, um zu sehen, ob eine Assimilation desselben erfolgen würde. Allein weder der gelbliche Extrakt noch das ebenfalls in Glyzerin gelöste chlorophyllhaltige Pulver zeigten, unter Beifügung von Kohlensäure dem Lichte ausgesetzt, eine Spur von Tätigkeit. Nun wurden die beiden Flüssigkeiten gemischt, und sofort zeigte sich unter der Einwirkung des Lichtes eine Spaltung der Kohlensäure, die sich durch Ausscheidung von Sauerstoff in einer der verbrauchten Kohlensäure entsprechenden Menge kundgab. Friedel zieht hieraus den Schluß, daß sich in dem Glyzerinextrakt ein Enzym befindet; denn das Blattgrünpulver kann weder ein solches noch lebendige Materie enthalten, da beide bei 100° zu Grunde gehen. Die Chlorophyllassimilation ist hier also anscheinend ohne Beihilfe lebendigen Stoffes durch ein Enzym erreicht, welches die Energie des Lichtes ausnützt und als „Sensibilisator" wirkt. Die Gegner der „Lebenskraft" sehen in dieser Ausübung einer Lebensfunktion, der Chlorophyllassimilation, durch tote Materie einen neuen, schwerwiegenden Beweis gegen die Idee der Lebenskraft. Hören wir nun, was die Anhänger der letzteren, die Vitalisten oder Neuvitalisten, wie sie sich nennen, zur Widerlegung dieses Beweises vorbringen.

Sie weisen zunächst darauf hin, daß die Abscheidung von Sauerstoff durchaus noch kein Anzeichen dafür ist, daß hier wirklich Assimilation stattgefunden; denn das wichtigste Merkmal derselben, die Bildung von Stärke, habe Friedel bei seinen Versuchen nicht nachgewiesen; ohne solchen Nachweis besage aber sein Experiment gar nichts gegen die Lebenskraft. Wäre nun aber auch Stärke gefunden, so bewiese das noch nicht im geringsten, daß die Assimilation rein mechanisch, ohne Mitwirkung der Lebenskraft, erklärlich sei. Daß sie, wie die Verdauung und andere Vorgänge des Stoffwechsels, ein chemischer Prozeß ist und daß sie ohne Mitwirkung physikalischer Kräfte, vor allem des Sonnenlichts, nicht stattfinden kann, leugnet niemand. Warum veranlaßt denn aber die Sonne nicht jedesmal bei Einwirkung auf Kohlensäure und Wasser Assimilation? Weil ihre Tätigkeit in diesem Falle nicht eine schaffende, sondern nur eine auslösende, Anstoß gebende ist, während — nach Friedel — das Enzym die eigentlich ausführende Tätigkeit übernimmt. Dabei wird zweierlei übersehen: erstens, daß wir über den Bau oder die Beschaffenheit dieser Enzyme, deren bekanntestes die Diastase der keimenden Gerste ist, und über ihre besondere chemische Wirkung noch so gut wie nichts wissen, und zweitens, daß, wie Sachs schon lange nachgewiesen hat, das Chlorophyll eine Hauptrolle bei der Assimilation spielt, indem die Stärke, als erstes Produkt der Assimilation, in den Blattgrünkörnchen entsteht. Was soll also ein Enzym dabei?

Angenommen aber, der Fortschritt der Forschung bestätige Friedels Ansicht, daß der Vorgang der Assimilation sich auf die chemische Wirkung des Enzyms zurückführen lasse, so ist damit für eine mechanistische Erklärung der Lebenserscheinungen nicht das geringste gewonnen. Denn die Enzyme sind noch niemals künstlich hergestellt worden, sondern sind ihrerseits wieder nur höchst geheimnisvolle Produkte des lebenden Organismus. Für ihre Bildung hätte man doch immer noch den eigentlichen Lebensträger, das lebendige Protoplasma, nötig. Aber wenn auch die nächste Frage: durch welchen Vorgang erzeugt das Protoplasma die Enzyme? einst vollständig beantwortet wäre, so erhöbe sich dahinter doch gleich die neue Forderung: nun auch die Entstehung lebenden Protoplasmas auf lediglich chemische Vorgänge zurückzuführen. Diese Forderung enthält zwei Aufgaben: erstens die Entstehung des Protoplasmas, nach seiner stofflichen Seite rein als chemische Verbindung, auf



einen rein chemischen Vorgang zurückzuführen, und zweitens die viel schwierigere, das Protoplasma als lebendige Einheit künstlich aus totem Material zu bilden, die „Kontinuität des Keimplasmas" durch einen neuen Schöpfungsakt zu widerlegen. Das wäre eine Aufgabe von solcher Größe und Kühnheit, daß sich einem bei rechter Überlegung die Haare darob sträuben und es mindestens gedankenlos erscheint, einen so winzigen, nichtssagenden Versuch wie denjenigen des französischen Physiologen als schwerwiegenden Beweis gegen die Lebenskraft auszurufen.

Ein Angriff auf die Abstammungslehre.

Deszendenzlehre und Darwinismus, Abstammungs- und Zuchtwahl-Theorie, sind die beiden Säulen des Gebäudes der organischen Naturwissenschaften. Namentlich die erstere, welche lehrt, daß die höheren Lebewesen in ganz allmählicher Umbildung aus einfacheren und diese aus den allereinfachsten, einzelligen Organismen hervorgegangen sind, erfreut sich unter Botanikern und Zoologen einer fast allgemeinen Anerkennung. Um so befremdender wirkt dann nicht nur auf diese Kreise, sondern auch auf das große Publikum ein Angriff aus Fachkreisen auf diese Hauptstütze der biologischen Wissenschaft, wie ihn vor kurzem der Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Erlangen, Fleischmann, unternommen hat.[1]) Er stellt die Abstammungslehre als ein „haltloses Phantasiegebäude" hin, das längst in sich zusammengebrochen wäre, „wenn nicht im Denken jedes Menschen die Neigung für Märchenerzählungen so stark lebendig wäre". Es ist nur merkwürdig, daß Fleischmann selbst bis vor gar nicht langer Zeit auf dem Boden dieser Märchenwelt, an deren Zustandekommen die gewissenhafte Arbeit dreier Forschergenerationen beteiligt ist, gestanden hat. Seine früheren Arbeiten zeigten ihn als überzeugten Anhänger der Deszendenzlehre und des Darwinismus, und selbst der im Jahre 1896 erschienene erste Teil seines Lehrbuches der Zoologie fußte auf diesen Lehren, während der zwei Jahre später erschienene Rest dieses Werkes in einem Schlußkapitel über die „Stammesgeschichte" die ganze Abstammungstheorie für Unsinn erklärte.

Indes — ein Mann der Wissenschaft kann auf Grund tiefer eindringender Forschung zu der Überzeugung gelangen, daß die bisherigen, auch von ihm selbst geteilten Theorien falsch sind, und er tut alsdann recht daran, mit dieser seiner Überzeugung nicht zurückzuhalten, sie vielmehr der Kritik seiner Fachgenossen zu unterbreiten und eine wissenschaftliche Erörterung darüber herbeizuführen. Prof. Fleischmann tat das nicht, sondern trug seine neuen Ansichten zuerst einer aus Studenten aller Fakultäten bestehenden Zuhörerschaft und dann in dem unten genannten Werke dem Laienpublikum vor, also Kreisen, die nicht im stande sind, die Berechtigung oder die Nichtigkeit seiner Angriffe zu beurteilen. Auf eine vernichtende kritische Besprechung[2]) seines Werkes durch Prof. L. Plate hat er dagegen bisher nicht ein Wort der Erwiderung gefunden.

Die Vernichtung der auf „blindem Autoritätenglauben" beruhenden Entwicklungstheorie bringt Fleischmann durch zwei Kunstgriffe fertig. Er untersagt zunächst der Wissenschaft jegliche Tätigkeit, die über das bloße Beobachten und Registrieren von Tatsachen hinausgeht. Nur die unmittelbaren Ergebnisse der Wahrnehmung dürfen für richtig gehalten, die Tatsachen aber nie zu Schlüssen verbunden werden. Über alles, was in der Vergangenheit sich abspielte, darf der exakte Naturforscher — meint Fleischmann — nichts sagen, denn er war ja nicht dabei. Der Beweis für die Abstammungslehre „könnte nur durch Demonstration der Umwandlungsformen selbst erbracht werden". Dieser Beweis sei aber der Natur der Sache nach unmöglich, denn in der „grauen Urzeit" sei kein Mensch als Augenzeuge dabei gewesen, um die Zwischenglieder womöglich für ein modernes Museum zu sammeln und auszustopfen. Wir können also mit den organischen Resten früherer Erdperioden, mit den Skeletten früherer Tiergeschlechter, den Stamm- und Blattresten aus der Steinkohlenzeit nichts weiter beginnen als sie sammeln, beschreiben, benennen und dann in Kasten wohlgeordnet der ewigen Ruhe übergeben. Irgendwie geartete Schlüsse auf das Klima und die übrigen Lebensbedingungen, auf die Lebensweise, die etwaige Verwandtschaft dieser Wesen untereinander und mit den heutigen Organismen zu ziehen, wäre nach Prof. Fleischmann höchst unwissenschaftlich. So wird das, was man bis heute Wissenschaft zu nennen pflegte, kaltblütig zum alten Eisen geworfen, die Tätigkeit des Denkens und Erklärens aus ihr verbannt und die Arbeit des Beobachtens und Sammelns von „Tatsachen" als das Ideal wissenschaftlicher Tätigkeit hingestellt. „Wenn man lehrt" — sagt ein Anhänger Fleischmanns — „daß sich die Lebewesen im Laufe der Zeit aus einander entwickelt haben, dann erfordert dies auf Beobachtung und Versuch beruhende Tatsachen als Grundlage. Diese Tatsachen können nur sein: direkte Beobachtung jener einst erfolgten oder noch jetzt stattfindenden Umwandlung sowie die Auffindung der nötigen Zwischenglieder. Wenn beides fehlt — und das sucht Fleischmann eben nachzuweisen, — so ist jene Lehre naturwissenschaftlich nicht berechtigt."

Wollte Prof. Fleischmann nun den Auf- und Niedergang der Abstammungslehre wirklich darstellen und seiner selbstgestellten Aufgabe, „das Resultat der zoologischen Forschungen während der letzten 40 Jahre als objektiver Historiker in bündiger Form zusammenzufassen und daraus das allgemeine Wertresultat der Epoche abzuleiten", gerecht werden, so hätte er dem Leser die Deszendenztheorie mit ihrem ganzen breiten Fundament darlegen und keine wesentlichen Gesichtspunkte mit Stillschweigen übergehen müssen. In dieser Hinsicht macht Prof. Plate dem Deszendenzgegner den

[1]) Die Deszendenztheorie. Gemeinverständl. Vorlesungen über den Auf- und Niedergang einer naturwissenschaftlichen Hypothese. Leipzig 1901.

[2]) Ein moderner Gegner der Deszendenzlehre. Biolog. Zentralblatt 1901.

schwerwiegenden Vorwurf, „seiner Aufgabe in einseitigster, ungenügendster Weise gerecht geworden zu sein, so daß seine Zuhörer ein ganz schiefes Bild von den Grundlagen der Abstammungslehre erhalten haben"; er weist ihm diesen Mangel im einzelnen nach, worauf hier leider nicht weiter eingegangen werden kann. Weshalb verschweigt Fleischmann dem Leser die Existenz ganzer Tatsachengebiete aus der vergleichenden Anatomie, der individuellen Entwicklung, der Tiergeographie u. a., welche der Abstammungslehre als Hauptstützen dienen, wenn ihm diese Gebiete nicht sehr unbequem waren, in seinen Kram nicht paßten? Sehr geschickt weiß er dagegen diejenigen Tatsachen hervorzuheben und gegen die Deszendenz zu verwerten, welche eine verschiedene Deutung zulassen und daher unter



Der Solnhofener Urvogel.

den Anhängern der Theorie selbst Gegenstand wissenschaftlicher Meinungsverschiedenheiten bilden.

Sehr eingehend, ungefähr durch das halbe Buch hindurch, beschäftigt Fleischmann sich mit der Paläontologie, der Lehre von den ausgestorbenen Lebewesen, weil er hier den Beweis führen kann, daß die Fossilien eine höchst lückenhafte Sprache reden. Freilich wird mit der fortschreitenden Durchforschung der Sedimentärschichten und der Auffindung immer neuer Tier- und Pflanzenformen diese Sprache eine immer deutlichere, und keine Tatsache kann aus ihr entlehnt werden, welche gegen die Abstammungslehre spräche, wohl aber sehr viele, die Zeugnis für sie ablegen, was jedoch Fleischmann wohlweislich verschweigt. Wie er mit der Logik umspringt, wo die „Tatsachen" unbequem zu werden drohen, dafür nur ein Beispiel. Nach Besprechung des bekannten Urvogels aus dem Solnhofener Schiefer, des Archaeopteryx lithographica, schließt er: „Aus dieser kurzen Übersicht geht unleugbar hervor, daß die Archaeopteryx neben vielen wahren Vogelcharakteren, z. B. dem Federkleide, der Fußbildung, andere innerhalb der jetzt lebenden Vogelklasse nicht vorkommende Eigenschaften besitzt, z. B. die lange Schwanzwirbelsäule, das flache Brustbein, die bikonkaven Wirbel, und infolgedessen nicht ein vermittelndes Übergangsglied sein kann." Also: weil offenbare Kriechtiermerkmale mit Vogelcharakteren zusammen an demselben Tiere vorkommen, kann dasselbe keine Zwischenform sein! Und dabei versteht man unter Zwischenformen bekanntlich gerade solche Organismen, welche die Eigenart zweier Gruppen in sich vereinigen. Für Fleischmann hängt die Richtigkeit der Deszendenzlehre davon ab, daß sich Übergangsformen zwischen allen größeren Gruppen nachweisen lassen. Und da diese noch nicht entdeckt sind, oder er sie, wo sie vorhanden sind, durch die soeben an dem Beispiel des Urvogels dargestellte Logik fortzaubert, so kommt er bequem zu dem Schlusse, daß „die Abstammungslehre gar keine Berechtigung in der Naturwissenschaft" habe. Etwas anderes, gar etwas Besseres weiß er jedoch nicht an ihre Stelle zu setzen.

Prof. Plate faßt sein Urteil über das Buch Fleischmanns in die folgenden Worte zusammen: „Ich glaube nicht, daß dasselbe auf die Fachleute irgend welchen Eindruck machen wird. Die Anhänger der Deszendenzlehre können dem Autor sogar dankbar sein für sein Werk, denn er hat auf das deutlichste gezeigt, daß die Zoologie zu einem Chaos unverstandener und zusammenhangloser Angaben herabsinkt ohne das Licht der Abstammungslehre. Dagegen wird die orthodoxe Theologie und Philosophie sich des Buches mit großer Freude bemächtigen und darin ein Zeichen sehen, daß die Schöpfungslehre wieder in ihr Recht eintritt. Sie wird aus ihm nicht allein den ‚Zusammenbruch der Abstammungslehre', sondern der spekulativen Naturforschung herauslesen. Denn hier steht es klar und deutlich ausgesprochen: wir treiben ‚nicht bloß auf einem Ozean von unbeantworteten Fragen, sondern haben zugleich das Licht verloren'. Wenn dies für die Biologie gilt, weshalb sollte es nicht allgemein für die Naturwissenschaften gelten, die doch alle nach derselben Methode arbeiten? Daß derartige Anschauungen durch das Fleischmannsche Buch genährt und verbreitet werden, darin sehe ich seine eigentliche Bedeutung und zugleich eine große Gefahr, zumal in unserer Zeit."

Ein Käfer als Zeuge für die Deszendenztheorie.

Glücklicherweise hat Mutter Natur, so viele Millionen von Jahren sie auch schon tätig wirkt, von ihrer alten Kraft, fortzeugend Neues zu gebären, nichts eingebüßt. Vor unseren Augen läßt sie neue Tier- und Pflanzenarten entstehen, nicht durch irgend einen rätselhaften Prozeß wie die Urzeugung, sondern durch Umformung schon bestehender Lebewesen, also genau so, wie Prof. Fleischmann es als Beweis für die Deszendenzlehre verlangt. Einer der bedeutendsten Biologen der Gegenwart, der als Erforscher des Ameisen-



lebens überaus tätige E. Wasmann S. J., hat auf seinem Forschungsgebiete jüngst die Frage: Gibt es tatsächlich Arten, die heute noch in der Stammesentwicklung begriffen sind? mit Ja beantwortet.[1]) Um ihn zu verstehen, müssen wir uns zuvor einiger Eigentümlichkeiten des in jeder Hinsicht so hochinteressanten Ameisenlebens erinnern.

Wenn wir einen Bau dieser emsigen Tiere, z. B. einen der großen kegelförmigen Haufen der roten Waldameise, genau durchmustern und durchsieben, so finden wir im Innern neben den eigentlichen Herren des Hauses eine beträchtliche Anzahl verschiedener Mieter aus der Insektenwelt. Viele dieser sogenannten Ameisengäste oder Myrmekophilen werden von ihren Wirten sorglich gehegt und zum Teil sogar vom Ei an gezüchtet und vergelten die gespendete Kost und Herberge durch süße, den Ameisen angenehme Absonderungen. Andere dagegen werden nur wohl oder übel geduldet, nützen den Ameisen nicht nur nicht, sondern schmarotzen bei ihnen, rauben ihnen die Nahrung vor dem Munde weg oder richten Verwüstungen unter der jungen Brut an. Die Ameisen können ihnen nicht beikommen, entweder weil diese Parasiten ihren Wirten zum Verwechseln ähnlich sehen und von ihnen nicht erkannt werden, oder weil sie so klein sind, daß sie in Schlupfwinkel flüchten können, wohin ihnen jene nicht zu folgen vermögen, oder aber weil sie so gut gepanzert sind, daß sie den rechtmäßigen Besitzern des Baues trotzen können und sich nicht vertreiben lassen. Unter den Käfern sind es besonders verschiedene Gattungen aus der Familie der Kurzflügler, welche, durch ihren Aufenthalt am Erdboden unter Steinen, Moos, faulenden Blättern, Rindenstücken veranlaßt, sich zeitweise oder völlig den Ameisen angeschlossen haben.

In Gesellschaft unserer nord- und mitteleuropäischen Formika-Arten leben vier verschiedene „Arten“ der zu den Kurzflüglern gehörenden Gattung Dinarda. Jede dieser vier Käferarten hat ihre eigene, normale Wirtsameise; Dinarda dentata, die gezähnte, lebt bei der blutroten Ameise (Formica sanguinea), Märkels Dinarda bei der roten Waldameise (Formica rufa), Hagens Dinarda bei der Formica exsecta und die Zwerg-Dinarde bei Formica rufibarbis, und zwar speziell bei einer zwischen dieser und der braunschwarzen Ameise (Formica fusca) stehenden Varietät. Durch ihre sehr flache, vorn breit gerundete, hinten scharf zugespitzte Gestalt, ihre kurzen Fühler und Beine sind die Dinarda-Arten vor den Angriffen ihrer Wirte erfolgreich geschützt und werden deshalb gewöhnlich teilnahmlos von ihnen geduldet: sie gelten eben für „unerwischbar“, obwohl sie wegen ihrer Körpergröße, die jener der Ameisen fast gleichkommt, deren Aufmerksamkeit in hohem Grade auf sich ziehen. Ihr sie schützender „Trutztypus“ zeigt bei den einzelnen Arten noch ganz bestimmte Besonderheiten, indem sie in Größe und Farbe der jeweiligen Wirtsameise möglichst nahekommen. Je kleiner ihre Wirte sind und je weniger Schlupfwinkel der Nestbau derselben ihnen bietet, desto winziger müssen auch sie sein, um nicht erwischt zu werden. Bei den zweifarbigen, rot und schwarzen Ameisen leben lauter zweifarbige, rot und schwarze Dinarda, und bei jener zweifarbigen, die am dunkelsten ist und sich der Einfarbigkeit am meisten nähert (Formica fusco-rufibarbis), lebt auch die dunkelste, nahezu einfarbige der nord- und mitteleuropäischen Dinarden. Die bei einer ganz schwarzen Ameise Südeuropas lebende Dinarda nigrita ist endlich einfarbig schwärzlich. Diese Gleichheit der Färbung erregt die feindselige Aufmerksamkeit der Ameise weniger und erleichtert dem Gaste das friedliche Durchkommen.

Daß die Kurzflügler nur dann geduldet werden, wenn die Ameisen ihnen nicht beikommen zu können glauben, hat Wasmann durch einen interessanten Versuch schlagend bewiesen. Er setzte nämlich statt der zur blutroten Ameise gehörigen gezähnten Dinarde die ein wenig größere Dinarda Märkeli, welche bei der roten Waldameise zu leben pflegt, in ein Beobachtungsnest der blutroten Spezies, und nun gelang es diesen Ameisen schließlich, die fremden Dinarden, deren Körpergröße nicht auf ein einfaches Erdnest der blutroten, sondern auf die an Schlupfwinkeln reichen Haufen der roten Waldameise berechnet war, trotz ihrer ausgezeichneten Trutzgestalt zu erwischen und aufzufressen. Die Folge davon war, daß die blutroten auf Grund dieser wohlschmeckenden Erfahrung nun auch ihre eigenen sonst friedlich geduldeten Dinardagäste ebenso angriffen und sich im Fange derselben eine solche Geschicklichkeit erwarben, daß sie endlich alle Mitglieder auch dieser Art aus ihrem Neste ausrotteten. In den fünf folgenden Jahren gelang es Wasmann nicht wieder, der Dinarda dentata in jenem Neste dauernde Aufnahme zu verschaffen, während sie früher in demselben in normaler Weise geduldet worden war.

Wie kam nun dieses merkwürdige Verhältnis zwischen Ameise und Käfer zu stande? Sind beide Formen von Anbeginn ihres Bestehens miteinander verbunden gewesen, oder liegt eine spätere Anpassung der Käfer an die Lebensweise der Formika-Arten vor? Sicherlich war das letztere der Fall; denn keine einzige nordamerikanische Formikaspezies der Gegenwart beherbergt eine Dinarda-Art. Danach läßt sich auch der Zeitpunkt der Entstehung unserer Dinarda-Arten annähernd genau bestimmen: sie vollzog sich erst nach der endgiltigen Trennung Europas und Asiens von Nordamerika, also nach dem Durchbruch der tertiären Landbrücke, welche Ostasien mit Alaska verband. Andere Ameisengäste finden sich rings um den Pol sowohl bei den europäischen wie bei den amerikanischen Formika-Arten, z. B. die noch heute ausschließlich bei Formika lebende Gattung Lomechusa, ebenfalls zu den Kurzflüglern gehörig. Ihr Verhältnis zu den Ameisen ist also älter als das der Dinarden, welche sich den Ameisen aufgedrängt haben, während die ihnen nützlichen Lomechusen, wie Wasmann nachgewiesen hat, wahrscheinlich ein Züchtungsprodukt des Freundschaftsinstinkts der Formikagattung sind. Wie wir uns das Zustandekommen des Verhältnisses zwischen Dinarda und Formika zu denken haben, beschreibt Wasmann folgendermaßen.

[1]) Biologisches Zentralblatt 1901, Nr. 22 u. 23.



„Nehmen wir einmal an, die Vorfahren unserer Dinarda seien noch keine gesetzmäßigen Ameisengäste gewesen und hätten sich erst im Laufe der Tertiärperiode, wo die Ameisen zu einer wahren Naturmacht heranwuchsen, ihren Wirten ‚angepaßt'. Für diese Anpassung mußte selbstverständlich die innere Entwicklungsfähigkeit der betreffenden Formen die Grundlage bieten. Nun waren unter den Käfern gerade die Kurzflügler und unter ihnen vorzugsweise die Unterfamilie der Aleocharinen (zu denen die Dinarden gehören) sowohl wegen ihrer Lebensweise an Orten, wo die Ameisen sich aufzuhalten pflegen, als auch wegen der Schmiegsamkeit ihrer Körperform und der Gewandtheit ihrer Bewegungen besonders geeignet, mit den Ameisen in nähere Beziehung zu treten. Hiemit war auch die Voraussetzung und der Anknüpfungspunkt für die Entwicklung verschiedener Formen des Gastverhältnisses zwischen diesen Käfern und den Ameisen gegeben. Eine jener Arten, welche die Vorfahren von Dinarda repräsentiert, schlug die Richtung zum Trutztypus ein. Indem die Ameisen die sich ihnen aufdrängenden Tischgenossen zu erhaschen und zu töten suchten, übten sie eine Art indirekter Zuchtwahl auf dieselben aus. Jene Vorfahren von Dinarda, welche dem Trutztypus sich vollkommener näherten, fanden günstigere Existenzbedingungen in den Ameisennestern und durften deshalb auch an Körpergröße mehr zunehmen als die Vertreter des indifferenten Typus, welche sämtlich viel kleiner bleiben mußten, um ihre Existenz sichern zu können und nicht vertilgt oder vertrieben zu werden."

So wurden aus der gemeinsamen Stammform vier Arten, die sich durch scheinbar geringfügige Merkmale voneinander unterscheiden; aber diese durch Anpassung an die verschiedenen Wirtsformen erworbenen Charaktere sind von höchster Wichtigkeit für die Existenz der betreffenden Art, und eine für unser Auge höchst unbedeutende Änderung vermag das Gleichgewicht der Beziehungen zwischen Gast und Wirt dauernd zu stören, wie das oben erzählte Experiment Wasmanns beweist. Man kann wegen der geringfügigen Unterschiede und weil zwischen den vier Formen auch Übergangs- oder Zwischenformen auftreten, sämtliche zweifarbige Dinarda auch für Rassen derselben Art erklären. Wasmann tut nicht nur dies, sondern fügt auch hinzu, daß diese Dinardaformen nicht einfachhin gleichwertige Rassen sind, sondern Rassen, die auf verschiedenen Entwicklungsstufen zu wirklichen Arten stehen. Besonders deutlich zeigt sich dies hinsichtlich der kleinsten, der Zwerg-Dinarde (Dinarda pygmaea).

Die gezähnte und Merkels Dinarda, zwischen denen sich fast gar keine Zwischenformen mehr finden, sind in ganz Mitteleuropa bei ihren entsprechenden Wirten anzutreffen. Sie sind als die ältesten, fast konstant gewordenen Rassen anzusehen; wohin nach dem Ende der Eiszeit ihre beiden Wirtsarten vordrangen, gingen sie mit. Dagegen besitzt Formica fusco-rufibarbis, welche als Rasse von rufibarbis selbst jünger ist als jene älteren Wirtsameisen, nur erst in einigen Teilen ihres geographischen Verbreitungsbezirkes eine eigene Form, nämlich die Zwerg-Dinarde, während sie in anderen Gegenden verschiedene Übergangsformen von der gezähnten zur zwergartigen Dinardenrasse beherbergt und an noch anderen Stellen ganz ohne Dinardagäste ist. In denjenigen Gebieten, die nach der Eiszeit zuerst eis- und meerfrei wurden, z. B. in Niederösterreich, Schlesien, Böhmen, dem Rheintal oberhalb Bonns, ist die Artentwicklung der Dinarden am weitesten fortgeschritten, hier hatten sie die längste Zeit, sich ihren Wirten nach deren Eigenart ganz anzupassen. Jede der vier Formika-Arten besitzt hier ihre gut unterschiedene Dinardarasse. In den Gegenden, die zuletzt erst vom Eise oder Meere befreit wurden, z. B. im Gebiete der Zentralalpen, an den westlichen und nordwestlichen Küsten Mitteleuropas, ist die Anpassung der Zwerg-Dinarda an ihre spezielle Wirtsform bei weitem nicht so vorgeschritten und allgemein wie in jenem Zwischenraume, wo sie viel längere Zeit zur Anpassung hatte. In Holländisch-Limburg z. B., wo sie in manchen Kolonien schon ständig und in größerer Zahl auftritt, kann man sie von der normalen gezähnten Dinarde schon deutlich unterscheiden. In Luxemburg, wo man bei der fusco-rufibarbis-Ameise nur äußerst selten eine geringe Anzahl von Dinarden antrifft, steht sie erst im Beginne ihrer Abtrennung von der gezähnten und zeigt noch große Veränderlichkeit, ein Zeichen, daß sie noch mitten in der Entwicklung begriffen, noch nicht fest oder konstant geworden ist. Am häufigsten endlich tritt die Zwergform in Rheinland, Böhmen, Schlesien auf, wo sie ihre Entwicklung vollendet hat.

Wir verfolgen hier also bei der Formica fusco-rufibarbis die Entwicklung einer neuen Dinardarasse aus der im Neste der blutroten Ameise schmarotzenden gezähnten Dinarde. Aus letzterer geht erst eine kleinere gezähnte, alsdann eine zwergige der gezähnten noch ähnliche, und endlich die richtige Zwerg-Dinarde hervor. Nach vielen Jahrtausenden würde ein Forscher an der Stelle unserer vier, teilweise noch in der Entwicklung begriffenen, ineinander übergehenden Rassen vier konstante, wohl unterschiedene Arten sehen; denn die Zwischenformen sterben, wenn die passendste Gestalt des in Entwicklung begriffenen Wesens erreicht ist, endlich aus. Er könnte dann auf Grund der Unveränderlichkeit dieser Arten wiederum die Entwicklungstheorie bestreiten. Deshalb verdient ein Beispiel dieser Art, obwohl es sich an so unbedeutenden Wesen vollzieht, in den Annalen der Naturkunde verzeichnet zu werden; denn, um je höhere Abteilungen des Tierreiches es sich handelt, desto schwieriger und schwächer wird der tatsächliche Nachweis der Entwicklung: hier ist eben schon alles zu festen, konstanten Arten erstarrt. Wasmann betont am Schlusse seiner Abhandlung: „Daß die meisten systematischen Arten der Gegenwart und auch nicht wenige Gattungen und Familien als wirklich stammesverwandt untereinander beziehungsweise mit fossilen Formen anzusehen sind, halte ich für eine tatsächlich wohlbegründete Hypothese. Aber wie viele Stammesreihen es gibt, das ist eine Frage, die sich gegenwärtig noch nicht im entferntesten beantworten läßt."

Die Entstehung neuer Pflanzenarten.

Unter den Ankömmlingen, mit denen die Entdeckung der neuen Welt unsere heimische Flora dauernd bereichert hat, gehört die Nachtkerze zu den stattlichsten und anziehendsten. Allabendlich öffnet sie vom Juni bis zum Spätsommer ihre großen schwefelgelben Blüten dem Besuche der Abendschmetterlinge und Nachtschwärmer, welche allein mit ihren langen Rüsseln den Honig erreichen und der Pflanze durch Fremdbestäubung einen Gegendienst leisten können. Wie wirksam diese Kreuzungsvermittlung ist, geht daraus hervor, daß wir von einer mittelgroßen Pflanze der gemeinen Nachtkerze (Oenothera biennis) etwa 50 Früchte mit je 350 Samen, durchschnittlich an einer Pflanze also mindestens 17.000 Samen ernten können. Außer der gemeinen und der von ihr wenig unterschiedenen stacheligen Nachtkerze, welche aus Nordamerika stammen, tritt aus Gärten verwildernd hier und da noch die großblumige Nachtkerze (Oenothera Lamarckiana), durch höheren Wuchs und größere, schönere Blüten vor der gemeinen ausgezeichnet, auf. An ihr, deren Heimat Chile ist, entdeckte Prof. Hugo de **Vries** in Amsterdam die völlig unvermittelte Entstehung neuer Arten, die sich vor den gezüchteten, gewöhnlich nur in einem oder einigen Merkmalen von der Stammpflanze abweichenden Gärtnervarietäten durch ihre große Verschiedenheit und ihre Samenbeständigkeit auszeichnen.

Die großblumige Nachtkerze.

Die Riesen-Nachtkerze.

Diese Nachtkerzenart fand de **Vries** im Jahre 1886 auf einem verlassenen Kartoffelacker bei Hilversum, einem Orte halbwegs zwischen Amsterdam und Utrecht. Sie war seit 1875 aus einer nahe gelegenen Parkanlage verwildert und hatte sich sehr stark vermehrt. Die Pflanze zog seine Aufmerksamkeit auf sich, weil er vermutete, daß eine so rasche Vermehrung in einem fremden Lande vielleicht eine Periode der Abänderung einleiten könne. Diese Vermutung bestätigte sich, denn de **Vries** entdeckte auf dem Acker zwischen der normalen Stammform zwei abweichende Formen, die sich von der ersteren in zahlreichen Merkmalen unterschieden und ganz das Aussehen neuer elementarer Arten zeigten. Sie wurden als die kurzgrifflige und die glattblättrige (Oenothera brevistylis und laevifolia) bezeichnet, zeigten sich, aus Samen fortgepflanzt, völlig artbeständig, schlugen also nicht in die Stammform zurück und sind, soviel bekannt, hier zum erstenmal gefunden. De **Vries** beschloß, das Verhalten der Stammform weiter zu verfolgen, und verpflanzte im Herbste des Jahres neun schöne Rosetten der Nachtkerze in seinen Versuchsgarten in Amsterdam.

Aus den Samen dieser neun Versuchspflanzen wurden bis zum Jahre 1899 in sieben Generationen etwa 50.000 Pflanzen gezüchtet. Von der vierten Generation (1895) ab waren die früher zweijährigen Pflanzen einjährig geworden und die Zahl der abweichenden Formen wuchs gewaltig. Während in der zweiten und dritten Generation insgesamt nur 17 neue Pflanzen auftraten, davon acht zwergförmige, acht breitblättrige und eine rotaderige, traten 1895 plötzlich 334 neue unter 14.000 Stück der Stammform auf, aus denen de **Vries** sieben gut charakterisierte Arten bilden konnte. Um Bastardbildung auszuschließen, wurde die Bestäubung durch Insekten völlig verhindert und künstliche Befruchtung vorgenommen. Die geernteten Samen der neuen Arten wurden gesammelt und ebenfalls in großem Maßstabe ausgesäet, um den Charakter der Nachkommenschaft zu beobachten. Und da zeigte sich, daß diese Arten ebenso wie die auf dem Felde von Hilversum gefundenen Abweichungen bei Selbstbefruchtung fast durchweg nur ihre Charaktere vererbten, ohne in die Stammform Oenothera Lamarckiana zurückzufallen. Die Unterschiede, welche sich teils auf die Form der Blätter, die Entwicklung der Blattstiele, die Farbe der Nerven bei Blättern, Kelchzipfeln und Früchten, teils auf das Grün der Blätter und den Glanz ihrer Oberfläche, teils auf die Ausbildung der Bastfasern im Stengel, auf die Form der Blumenstände, die Gestalt der Früchte, die Farbe der Blumenblätter, die Fähigkeit, mehr oder weniger Samen zu erzeugen, erstreckten, sie alle blieben bei den Nachkommen der betreffenden neuen Art gewahrt.

Freilich zeigen die meisten Neulinge oder Mutanten, wie de **Vries** sie nennt, Abweichungen, die es wahrscheinlich machen, daß sie der Stammform im Kampf ums Dasein unterliegen würden. Nur die in der vierten Generation ein einziges Mal auftretende Riesenform (Oenothera gigas) macht den Eindruck, als könnte sie mit Vorteil diesen Kampf bestehen. Von dieser einzigen Gigaspflanze wurden die Samen 1897 in der Zahl von 450 ausgesät. Sie lieferten bis auf eine Zwergpflanze sämtlich die Riesenform, nicht ein Exemplar



der Stammpflanze war darunter. Dasselbe Resultat zeigte in verschiedenen Generationen die Zwergform (Oenothera nanella) und die rotgeäderte Art (Oenothera rubrinervis). Nur drei der neuen Arten zeigten ein ganz abweichendes Verhalten, dessen Ursache einstweilen völlig unerklärlich ist. Unter ihren durch Selbstbefruchtung gewonnenen Nachkommen befanden sich neben einem wechselnden Prozentsatz derselben Art regelmäßig zahlreiche Pflanzen der Stammform und ein etwas geringerer Prozentsatz anderer neuer Arten.

De Vries hat also in der großblumigen Nachtkerze eine Pflanze entdeckt, welche, abweichend von allen anderen untersuchten Pflanzen, ganz neue elementare Arten erzeugt. Diese waren bis jetzt in der Botanik vollkommen unbekannt und wären, wenn sie in der Natur gefunden wären, ganz gewiß als neue Arten beschrieben und benannt worden. Hier ist also höchst wahrscheinlich zum erstenmal eine Pflanze beobachtet, welche sich in einer Mutationsperiode befindet, d. h. im stande ist, neue elementare Arten abzuspalten. Die hohe Bedeutung seiner Entdeckung legt de Vries in folgenden Sätzen dar: „Die Lehre von der Entstehung der Arten ist bis jetzt eine vergleichende Wissenschaft gewesen. Man glaubt allgemein, daß dieser wichtige Vorgang (d. h. die Entstehung einer neuen Art) sich der direkten Beobachtung und mindestens der experimentellen Behandlung entziehe. Diese Überzeugung hat ihren Grund in den herrschenden Vorstellungen über den Artbegriff und in der Meinung, daß die Arten von Pflanzen und Tieren allmählich aus einander hervorgegangen sind. Man denkt sich die Umwandlungen so langsam, daß ein Menschenleben nicht genügen würde, um die Bildung einer neuen Form zu sehen. Aufgabe des vorliegendes Werkes [1]) ist es, demgegenüber zu zeigen, daß die Arten stoßweise entstehen und daß die einzelnen Stöße Vorgänge sind, welche sich ebenso gut beobachten lassen, wie jeder andere physiologische Prozeß."

Welche inneren oder äußeren Ursachen eine derartige Mutationsperiode, eine Zeit des Umwandelns einer Pflanzenart nach verschiedenen Richtungen, herbeiführen, bleibt vorläufig völlig dunkel. Auch wenn wir den alten mystischen Begriff der allen Wesen innewohnenden Lebenskraft zu Hilfe rufen, gewinnen wir keine Vorstellung von den Gründen dieses Vorganges. Daß auch andere einheimische Arten ihre Mutationsperioden gehabt haben, läßt sich an manchen Pflanzengattungen deutlich erkennen. Der Franzose Jordan hat nachgewiesen, daß Linnés Varietates vollkommen unveränderlich, erblich konstant sind, ebensogut, wie die Arten des Vaters der Botanik. Jordan hat erstere deshalb auch „kleine oder elementare Arten" genannt. Das bekannteste und großartigste Beispiel solcher elementarer Arten innerhalb der Spezies liefert das gewöhnliche Hungerblümchen, welches in Europa deren 200 aufweist, deren Unterschiede zwar klein, aber gut erkennbar und erblich sind. Wahrscheinlich verdanken diese jetzt unveränderlichen „kleinen Arten" des Hungerblümchens ihre Entstehung einer ähnlichen Mutationsperiode, wie sie gegenwärtig bei der Nachtkerze beobachtet wird. Auf diese folgt dann eine Periode der Unveränderlichkeit, welche im allgemeinen gewiß viel länger dauert als die erstere; denn sonst würde man im Freien viel mehr mutierende Pflanzen antreffen, als dies tatsächlich der Fall ist.

[1]) Die Mutationstheorie. Versuche und Beobachtungen über die Entstehung von Arten im Pflanzenreich. Leipzig 1901 und 1902.

Die Weisheit der Schmetterlinge.

Zur Erklärung der Abstammungslehre stellte Darwin seine Theorie der natürlichen Auslese des Passendsten in dem gewaltigen Daseinskampfe, der unaufhörlich in den drei Reichen der Organismen wütet, seine Selektionstheorie, auf. Während aber die Deszendenzlehre fast unbestritten dasteht, wird der Darwinismus neuerdings heftig angefochten, so daß man experimentell nachzuweisen versucht hat, ob er wirklich die einzige Erklärung des unablässigen Aufsteigens und der wachsenden Vervollkommnung der Lebewesen bietet.

Zu solchen Experimenten eignen sich die leicht zu erlangenden und zu züchtenden, schnell sich entwickelnden und durch ihr schönes Farbenkleid scharf charakterisierten Schmetterlinge ganz vorzüglich. Sie sind deshalb seit Jahrzehnten von mehreren Forschern, unter denen vor allem Dr. F. Fischer und Prof. Max Standfuß zu nennen sind, zu dem Zwecke gezüchtet worden, um festzustellen, unter welchen Bedingungen sie abändern oder variieren. In welchem Umfange diese Versuche stattfanden, zeigt die Angabe, daß Prof. Standfuß allein über 80.000 Insekten zu diesem Zwecke benützt hat.

Die Versuche, neue Arten durch Bastardierung, durch Vereinigung verschiedener, verwandter Arten, zu züchten, mißlangen sämtlich. Zwar gelang es Standfuß, räumlich und auch ihrer Flugzeit nach gänzlich voneinander getrennte Arten, beispielsweise die bekannten drei Spezies des Nachtpfauenauges, zur Kreuzung miteinander zu bringen; er erzielte nicht nur Nachkommen dieser Arten, sondern kreuzte auch diese Bastarde sowohl unter sich wie mit den verschiedenen Stammarten und erhielt so „abgeleitete Hybriden", wie sie in der Natur überhaupt nie vorkommen können. Aber diese Neuheiten starben bald aus. Bei fortschreitender Bastardierung oder Hybridation entarten die Fortpflanzungsorgane, die Möglichkeit der Entstehung neuer Arten auf diesem Wege scheint also ausgeschlossen. Andere Forscher, namentlich Botaniker, halten an der Bastardierung, als einem Wege zur Bildung neuer Spezies, fest, obwohl schon Darwin diese Erklärung wegen der meistens beträchtlichen Unfruchtbarkeit der Nachkommenschaft ausgeschlossen hatte.

Standfuß und ebenso Fischer ließen ferner verschiedene Wärmegrade auf die in Entwicklung begriffenen Schmetterlinge, also auf die Puppen, einwirken. Es ist bekannt, daß von unseren mitteleuropäischen Faltern sowohl im hohen Norden wie in den Mittelmeergebieten ganz abweichend gefärbte sogenannte „Lokalvarietäten" fliegen. Der kleine Fuchs z. B. fliegt mit ganz verändertem Farben-



kleide im Süden als Vanessa ichnusa, im Norden als Vanessa polaris. Aber auch innerhalb unserer Breiten treten einige Schmetterlingsarten in zwei jahreszeitlich getrennten und verschieden gefärbten Generationen auf. Die sogenannte Landkarte z. B. (Vanessa levana) erscheint aus den überwinterten Puppen im Frühling als hellbraun grundierter, schwarz gefleckter Falter. Seine direkten Nachkommen, welche sämtliche Entwicklungszustände vom Ei bis zum Falter mitten im Sommer durchlaufen, liefern einen ganz anders gefärbten, nämlich schwarz und weiß gezeichneten Schmetterling, die Variation Vanessa prorsa. Was lag näher als die Vermutung, daß die verschiedene Temperatur, unter der die beiden Variationen sich entwickeln, die Ursache ihrer abweichenden Färbung sei. Daraufhin angestellte Versuche ergaben die Richtigkeit dieser Vermutung; als man die Puppen der Sommerform einer niedrigen Temperatur von ungefähr + 2° C. unterwarf, ergaben sie eine der Winterform sehr ähnliche Übergangsform.

Aber nicht nur die jahreszeitliche Doppelgestaltung, der Saisondimorphismus, einer Schmetterlings-Nesselfalter durch Kälte künstlich in eine Form übergeführt werden kann, die schon in der Eiszeit bei uns lebte. Es ist also durch diese Experimente der Weg gefunden, um unsere heutigen mitteleuropäischen Mitglieder der Gattung Vanessa, z. B. das Tagpfauenauge, den Distelfalter, den Admiral, das Landkärtchen, den großen Fuchs u. a., über ungeheure Zeiträume zurück zu verschieben, uralte Formen dieser Arten, sogenannte Rückschläge oder Atavismen, zu erzeugen. Umgekehrt vermögen wir aber durch Anwendung verstärkter Wärme auf die Puppen auch Formen der Zukunft, etwas von der Natur selbst noch nie Erschaffenes, zu erzeugen. Die veränderten Falterformen zeigen sich übrigens nur dann, wenn die Puppen noch ziemlich früh, d. h. zwischen dem ersten und dritten Tage des Puppenstadiums, bereits in die abnorme Temperatur verbracht und in der Kälte 3 bis 4, ja bis 6 Wochen, in der Wärme 2 bis 4 Tage ununterbrochen belassen werden.

Indem man im Verlauf der Versuche zu sehr hohen Temperaturen zwischen + 40 und 46° C. überging, ergaben sich merkwürdigerweise nicht die


Wärmeform des Nesselfalters.


Nesselfalter oder kleiner Fuchs.

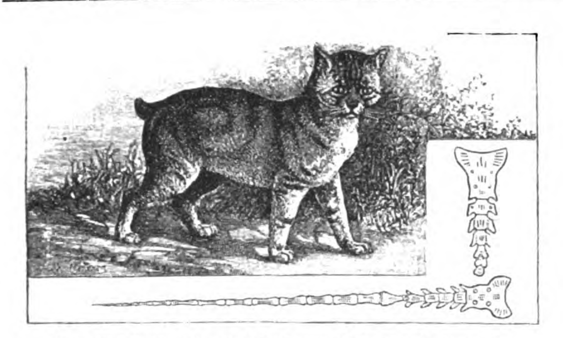

Kälteform des Nesselfalters.

art, sondern auch die nördlichen und südlichen Vertreter unserer deutschen Falter ließen sich durch vermehrte oder verminderte Wärme aus den Puppen der letzteren hervorzaubern. Der kleine Fuchs oder Nesselfalter (Vanessa urticae) verdunkelte sich bei Kältewirkung an der Oberseite, während die Unterseite bei vielen Exemplaren heller wurde; so glich er genau der in den Polargegenden fliegenden Variation des Nesselfalters (Vanessa polaris). Das Gegenteil bewirkte die Wärme; ihr ausgesetzte Puppen ergaben Schmetterlinge von oben hellerer, überwiegend roter, unten dunklerer Färbung, welche eine ganz auffallende Ähnlichkeit mit der in Südeuropa lebenden Abart, Vanessa ichnusa, zeigten.

Nun ist die Polarform des kleinen Fuchs, wie sich aus mehrfachen Gründen schließen läßt, eine sehr alte Form, die in gleichem oder doch sehr ähnlichem Kleide bereits zur Eiszeit in Europa existierte und sich dadurch bis auf unsere Zeit erhielt, daß sie sich vor dem wärmeren Klima der Nacheiszeit in die nördlicheren kälteren Gegenden zurückzog, wie das z. B. unter den großen Säugetieren auch das Renntier und der Polarbär taten. Die bei uns zurückbleibenden starben entweder aus oder erhielten sich, indem sie sich der allmählich zunehmenden Wärme durch ein neues, ihr heutiges, Farbenkleid anbequemten. Es ergibt sich hieraus der — wie Fischer sagt — verblüffende Schluß, daß der erwarteten Wärmeformen, sondern es traten die schon bekannten Kälteformen auf, gerade so als ob die betreffenden Puppen von Anfang an mehrere Wochen auf Eis aufbewahrt worden wären. Das führte Fischer zu der Überzeugung, daß es nicht Wärme und Kälte direkt und als solche seien, welche die Umwandlungen herbeiführten, sondern daß diese Temperaturen auf einem Umwege die Farben und Zeichnungen der Falter verändern, und zwar dadurch, daß sie die Entwicklung der Puppe hemmend beeinflussen. Nicht nur Kälte, sondern auch abnorme Wärme ist im stande, die normale Ausbildung des Organismus der Puppe ganz oder teilweise zu verzögern oder gar zum Stillstande zu bringen. Auf solche Weise, indem nämlich vereinzelte Puppen zufällig kurze Zeit hindurch hohen Hitze- oder starken Kältegraden unterliegen, entstehen in der Natur wahrscheinlich die sehr seltenen hochgradig veränderten Falterformen, welche der Sammler als Aberrationen hochschätzt.

Bei diesen Versuchen blieb nun die eine, vielleicht die wichtigste Frage: ob diese durch Temperaturabänderungen hervorgebrachten Eigenschaften und Abweichungen auch auf etwaige Nachkommen übertragen werden könnten, also erblich seien, noch unentschieden. E. Fischer hat diese Frage kürzlich wenigstens in einem Falle, bei dem zu den Spinnern gehörenden schönen „braunen Bär" (Arctia





Schwanzlose Katze der Insel Man. (Nach »La Nature«.)

caja) bejahend gelöst. Durch starke Abkühlungen bis auf — 8° C. wurden aus den Puppen Falter erhalten, die nicht nur bezüglich der Farbe und Zeichnung, sondern auch hinsichtlich der Form, z. B. der Flügel und der Beine, stark von den normalen Bären abwichen. Es gelang mehrfach, diese Varietäten untereinander zu kreuzen. Die Puppen dieser Zucht wurden unter normalen Bedingungen gelassen, und trotzdem zeigten von den ausgeschlüpften Schmetterlingen nicht wenige die Abänderungen der Eltern. Das erscheint nun freilich dem Laien als selbstverständlich, ist es aber in der That durchaus nicht. Daß angeborene Eigenart vererbt wird, daß z. B. die Katzen der Insel Man, die mit verkürztem Schwanz zur Welt kommen, den Stummelschwanz auch auf ihre Nachkommen vererben, ist allgemein anerkannte Tatsache. Ob aber eine im Verlaufe des individuellen Daseins — und dazu gehört beim Schmetterling der Puppenzustand — erworbene Eigenschaft auf die Nachkommenschaft übertragen wird, das ist eine der großen Streitfragen des Darwinismus. Die wenigen Beispiele, die bisher für die Vererbung erworbener Charaktere angeführt werden, sind von den Gegnern dieser Ansicht sämtlich bestritten worden. Der „braune Bär" bietet ein sicheres, experimentell verbürgtes Beispiel dafür, daß eine Tierart durch Faktoren der Außenwelt verändert werden kann und daß diese Abänderungen sich auf die Nachkommen vererben. Standfuß hat das Experiment Fischers wiederholt, und zwar mit gleichem Ergebnis.

Noch zwei andere Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften sind kürzlich bekannt geworden. Einem jungen Manne von 27 Jahren flog beim Spielen mit einem Gewehr ein Stück des Zündhütchens ins Auge und durchbohrte die Hornhaut. Nachdem der Fremdkörper durch eine Operation entfernt war, blieb auf der Hornhaut dauernd eine weiße Narbe zurück. Zwei Jahre nach dem Unfall verheiratete sich der Mann, und sein erstes Kind brachte auf demselben Auge und an derselben Stelle eine Narbe mit auf die Welt, welche der seines Vaters vollkommen glich. Das ist, da sich Verletzungen und Verstümmelungen jedenfalls viel schwerer vererben werden als nützliche Veränderungen der Organe, ein ziemlich schlagender Beweis für die in Rede stehende Art von Vererbung.

In dem zweiten Falle handelt es sich um das nordafrikanische Warzenschwein, welches gleich den anderen Schweinen seine Nahrung wühlend aus der Erde holt, dabei aber, abweichend von seinen Gattungsgenossen, sich auf die Handgelenke legt und lange und andauernd auf ihnen umherrutscht. Wir sehen infolgedessen diese Gelenke mit dicken, unbehaarten Hornschwielen bedeckt, wie sie kein anderes Schwein aufzuweisen hat. Diese Schutzschwielen werden jedoch nicht erst im Verlaufe des Lebens durch das Wühlen erworben, sondern finden sich schon als Anlage beim Embryo im Mutterleibe. Da nun kein anderes Schwein diese Gewohnheit des Rutschens oder diese Schwielen hat, so muß in ferner Vorzeit das Warzenschwein sie einmal erworben und seitdem auf seine Nachkommen vererbt haben.

So erscheinen besonders die Insekten und unter ihnen vor allen die Schmetterlinge berufen, uns Aufklärung über wichtige Grundfragen des Lebens zu verschaffen. Ihre Weisheit steht hinter ihrer Anmut und Farbenpracht nicht zurück; möge uns dieser Umstand ein wenig mit dem Schaden aussöhnen, den so viele von ihnen durch das Heer der Raupen in Feld, Wald und Garten anrichten!

Die wahre Bedeutung der Erde in der Biologie.

Die mannigfachen, vielfach verwirrenden Tatsachen der Tiergeographie, die merkwürdige Verteilung der Pflanzengeschlechter über die Erdräume, das Aussterben großer Tiergattungen, das Auftauchen neuer Arten — diese und andere Fragen versucht H. Simroth mittels der von Reibisch und ihm aufgestellten Schwingpoltheorie, die im geologischen Abschnitte dieses Jahrbuches näher erläutert ist, zu erklären.

Während infolge der Pendulation der Erde die verschiedensten Gebiete langsam unter den Äquator wanderten und sich wieder von ihm entfernten, behielten die beiden Schwingpole in Ekuador und Sumatra stets ihre äquatoriale Lage inne. Infolge der hier unaufhörlich wirkenden Zentrifugalkraft wurde der durch die Schwingpole gehende Erddurchmesser der größte. Daraus ergibt sich, daß die Schwingpolgegenden, weil sie sich von allen Äquatorpunkten am höchsten erheben, die niedrigste Temperatur von allen Tropenländern haben müssen. Daher mußte innerhalb der Tropen die weitere Erstarrung der Erdkruste an ihnen am schnellsten fortschreiten und sich am höchsten steigern. Wie durch das gewaltsame Hereinbrechen Afrikas diese gleichmäßige Entwicklung der Erdrinde zu vier einander entsprechenden Erstarrungskontinenten gehindert wurde, kann hier nicht näher ausgeführt werden. Es genüge zu sagen, daß nach Simroths Ansicht diese Störung von höchstem Segen für die Entwicklung der Lebewelt geworden ist; ohne sie würden zwar zwei kongruente, in ihrem Relief und ihren Lebewesen völlig übereinstimmende Halbkugeln entstanden sein; aber sie hätten nie die Höhe der auseinanderstrebenden Entwicklung erreicht, daß jetzt ein Mensch die Feder führen könnte. Und wie schade um unser schreibseliges Jahrhundert wäre das gewesen!

Um die Schwingpole erstreckt sich ein Gebiet, das man die ewigen Tropen nennen kann und

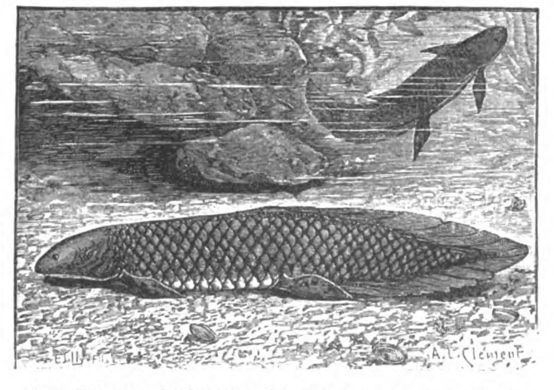
das, weil der Ausschlag der Pendulation nicht 90°, sondern nur etwa 40° beträgt, ungefähr die Form einer Ellipse hat. Die Punkte außerhalb der Tropen müssen um so gleichmäßigere klimatische Zustände haben, je weiter sie vom Schwingungskreis entfernt, je näher sie dem Meridian durch Ekuador und Sumatra liegen. Hier müssen sich Sammelstellen finden für Tiere, welche nicht ganz so altertümlich sind wie die allerältesten und sich in einem weniger tropischen Klima gebildet haben. Diese Gegenden sind nicht Schöpfungsherde, sondern nur Sammelstellen für die Schöpfungen, die sich unter der entsprechenden Breite namentlich unter dem Schwingungskreise vollzogen.

Die ersten Lebewesen sind offenbar Bewohner der Gewässer gewesen. Von den **Landpflanzen** bilden die Lebermoose die erste Staffel der Anpassung an ein Leben außerhalb des Wassers. Besonders altertümliche Formen der Lebermoose finden sich auf Sumatra; ebenda haust auch das größte der bei uns nur in niedrigen Stauden vertretenen Bärlappgewächse oder Lykopodien, und in Ekuador der letzte der riesigen Schachtelhalme, welche auch in Deutschland zur Steinkohlenzeit die Sumpfwaldungen bevölkerten. Nach ihnen traten die Nacktsamigen oder Nadelholzartigen auf den Schöpfungsplan. Von ihnen haben sich die Araukarien bis heute in der Nähe des westlichen, die Kryptomerien unweit des östlichen Schwingpoles erhalten, beides uralte, zur Altlebezeit unter dem Schwingungskreise entstandene Formen. Der höhere westliche Schwingpol, als der trockenere, zeichnet sich durch seine Masse von Saftgewächsen aus, namentlich Kakteen und Agaven. Auch in dem großenteils ebenso trockenen Afrika haben sich unter gleichen Bedingungen aus ganz anderen Familien solche der Dürre angepaßte Saftpflanzen entwickelt, besonders kaktusähnliche Wolfsmilchgewächse, welche den amerikanischen Saftpflanzen oft zum Verwechseln ähnlich sehen. Letztere fühlen sich denn auch in Südeuropa und Afrika so zu Hause und richten sich dort so heimisch ein, als wären sie alteingesessene Mitglieder der afrikanischen Flora: es sei nur an die Opuntie erinnert.

Altertümliche Tiere scharen sich gleichfalls um die Schwingpole. Von den Armfüßlern oder Brachiopoden, einer eigentümlichen, in der Vorzeit viel reicher als jetzt vertretenen muschelähnlichen Tierklasse, haust eine Art, die tropische Flachwasserform Lingula, gleichmäßig an beiden Schwingpolen. Sie ist eine Gattung, die sich, ähnlich wie der Nautilus unter den Kopffüßlern oder Tintenfischartigen, seit den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart unverändert erhalten hat; ganz frei auf Sandboden nahe der Ebbegrenze lebt sie mit zwei unter sich fast gleichen, flach löffelförmigen, meist grün gefärbten Schalen und einem weit hervorragenden muskulösen Stiel, mittels dessen sie sich rasch in den Sand einzugraben vermag. Da Lingula eine freischwimmende Larve besitzt, so hätte sie sich wohl von den Schwingpolen durch die Meere hindurch nach entfernteren Küsten ausbreiten, überhaupt vom Flachwasser emanzipieren können; sie zog es vor, ihren Ursitzen treu zu bleiben.

Weitere Beispiele aus der niederen Tierwelt übergehend, gelangen wir zu den **Beuteltieren**. Sie sind in Europa versteinert, fehlen in Afrika und scharen sich gegenwärtig um die Schwingpole. Als sie sich bei den Schwankungen der Erdachse dorthin zurückzogen, blieben in Kalifornien und Florida, durch das Wasser abgeschlossen, wie in einer Sackgasse ein paar Beutelratten zurück. Daß Australien so reich an Beutlern wurde, hängt mit seiner Abgeschlossenheit zusammen, welche keine Konkurrenz mit anderen Tiergattungen bot. Auch die **Tapire**, die altertümlichsten Huftiere, hausen nur um die Schwingpole, die amerikanischen Arten von Mittelamerika bis Nordargentinien, der Schabrackentapir auf Malakka und Sumatra.

Im Gebiete der Schwingpole treten die hervorragendsten Beispiele von **Mimicry**, der Nachäffung einer Form von Lebewesen durch eine andere zum Zwecke des Sichschützens, auf. Kaum etwas Bizarreres ist auf diesem Gebiete denkbar, als was die Gradflügler oder Heuschreckenartigen im Umkreise des östlichen Schwingpoles bieten: eine Heuschrecke als Blatt, als Dornzweig, als Grashalm, als bemooster Ast, als Orchideenblüte, als Rüsselkäfer, als Marienkäferart. Die Heuschrecken hatten als besonders alte Insektengruppe, welche noch keine vollkommene Verwandlung, keinen Puppenzustand durchmacht, in jenen Gebieten ewigen Lebens vollauf Zeit, alle diese wunderbaren Anpassungen zu vollziehen. Die höchste Steigerung der **Farbenpracht** zeigt sich ebenfalls in den Schwingpolgebieten. Keine Tiergruppe kann den dortigen Vögeln und Tagfaltern den Rang streitig machen. Den Paradiesvögeln am Ostpol stehen die Kolibris am Westpol gegenüber. Die Tagschmetterlinge, die herrlichen „Ritter" und andere, nebst farbenschillernden Prachtkäfern leisten in beiden Gebieten Unübertreffliches. Eine merkwürdige Vervollkommnung der Lebensweise erreichten in der Nähe des östlichen Schwingpoles die Großfußhühner, jene hühnerartigen Vögel, welche mit langen Zehen große Haufen von Pflanzenstoffen zusammenscharren, um nachher ihre Eier hineinzulegen und die Fäulniswärme als Brutwärme zu benützen, so daß ihnen das Brutgeschäft erspart bleibt. Auffallend ist die Entwicklung: das Junge kommt gleich mit dem fertigen Federkleid aus dem Ei und ist vom ersten Tage an flugfähig. Auch die Reptilien, Schild-

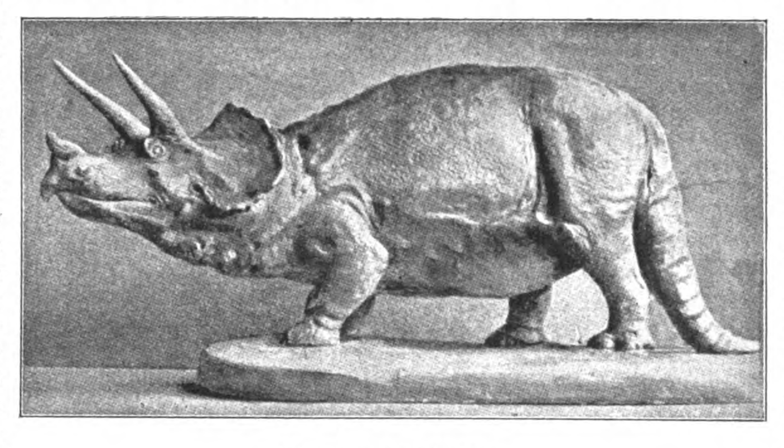


Australischer Lurchfisch (Ceratodus Forsteri) Nach »La Nature«.

kröten und Krokodile, verscharren ihre Eier, und diese höchst vorteilhafte Verbindung des verbesserten Brutgeschäftes der Kriechtiere mit der Organisation eines hochentwickelten Vogels war jedenfalls nur in sehr allmählicher und gleichmäßiger Steigerung möglich. Wo wäre hiefür ein besserer Boden gewesen als im Gebiete der ewigen Tropen?

Es ist merkwürdig, daß von den Schwingpolen aus sämtliche altertümlichen Tierarten nach Osten, der aufgehenden Sonne entgegen, wandern. Die Ursache mag dieselbe sein, welche die warmen Meeresströmungen hervorruft; sicher ist sie in einem Weltgesetz begründet. Von den Riesensalamandern z. B. befindet sich der eine in Hinterasien und Japan, der andere in den nordöstlichen Vereinigten Staaten. Im Unterlauf des Mississippi und im Oberlauf des Jangtsekiang leben die Alligatoren und zwei Gattungen der alten Schmelzschupper oder Störähnlichen, darunter der Löffelstör des Mississippi. Besonderes Interesse bieten die drei Lurchfische von Queensland, Afrika und Südamerika, ausgezeichnet durch Kiemen- und Lungenatmung und knorpeliges Skelett, durch ihre Atmung und die Bildung des Herzens mit den Amphibien verwandt. Der Afrikaner, der sogenannte Molchfisch, hätte verschwinden müssen, wenn er nicht gelernt hätte, die Ungunst der Trockenzeit dadurch zu überwinden, daß er sich in die Erde zurückzog und sozusagen überwinterte, genau wie die südwestafrikanische Konifere Welwitschia, welche auch nur noch ihre zwei riesigen Blätter und die Blüten oberirdisch entfaltet. Ein weiteres Beispiel für die Wirksamkeit der Schwingpole liefert das alte Vogelgeschlecht der Papageien und die Strauße. Erstere, reich entwickelt am Ost- wie am Westpol, haben in Afrika nur den Graupapagei gezeitigt. Der neuholländische und der südamerikanische Strauß, der Kasuar und der Nandu, zeigen hinsichtlich der Befiederung, der Färbung, Größe und Fußbildung größere Ähnlichkeit untereinander als mit dem weit stärkeren afrikanischen Verwandten.

Aber nicht nur die Erhaltung und Höherbildung, auch die Ausrottung vieler Tier- und Pflanzengeschlechter läßt sich mittels der Pendulationshypothese leicht und ungezwungen erklären. Bei einer dieser Schwankungen kam namentlich die sogenannte Zentralregion Nordamerikas den Tropen näher und näher und geriet mit ihrer Flora und Fauna in ein für diese Lebewelt zu warmes Klima. Die an ein kühleres Klima gewohnten Lebewesen hätten nun, da sich eine solche Pendulation unendlich langsam vollzieht, nach Norden ausweichen können, wenn sich nicht gleichzeitig die flachen nördlichen Teile Nordamerikas bei der Annäherung an den Äquator mit Wasser bedeckt hätten. Dieses Untertauchen unter den Meeresspiegel verhinderte ein Ausweichen nordwärts. So ergab sich, bei mehreren aufeinander folgenden Pendulationen, zuerst das Erlöschen der großen Permfauna, der jüngsten Periode der Altlebezeit, z. B. der Pelykosaurier, welche Cope für die Ahnen der Säugetiere hielt, dann der Untergang der Lebewesen in den Juraschichten, der Sauropoden und Dinosaurier. Letztere erreichen ihre höchste Ausbildung in der nordamerikanischen Juraformation. Der Größe nach gipfeln sie in dem riesigen, 12 Meter langen Atlantosaurus, dessen Schenkelknochen allein eine Länge von 2 Meter haben. Einer dieser Giganten, der Triceratops, ist auf Veranlassung von Prof. Clarke vor kurzem in einjähriger Arbeit für das amerikanische Nationalmuseum rekonstruiert, und zwar nicht nur im Skelett, sondern als körperliches Modell aus Papiermaché. Die einzelnen Gliedmaßen wurden, wie üblich, aus Holz, Eisenstäben und Drahtwerk untermodelliert; dann wurde die Papiermasse aufgetragen und genau der Form der im Original vorliegenden Knochen angepaßt. Viel Kopfzerbrechen machten die Hüften, welche in Wirklichkeit vor Zeiten mit einem Körpergewicht von etwa 10.000 Kilogramm belastet waren und dementsprechend recht ansehnlich geformt werden mußten. Die Befestigung des Kopfes, der ohne äußere Stütze gehalten werden sollte, gelang durch Verwendung der neuesten Errungenschaften der Bautechnik. So steht der uralte dreihörnige Riesendickhäuter so lebenswahr, leicht und frei da, als ob er nach vieltausendjährigem Schlafe eben aus seinem Schilfdickicht wieder erstanden wäre und sich mit seinen 8 Meter Länge und 3·4 Meter Höhe gar nicht recht in der neuen Welt zurechtfinden könne.



Der Triceratops, restauriert.

Bei der jüngsten Schwankung endlich gingen die Pferde zu Grunde, obgleich sie, wie ihre rapide Ausbreitung nach der Wiedereinführung durch die spanischen Entdecker beweist, in demselben Gebiete die allergünstigsten Existenzbedingungen besessen haben müssen.

In Südamerika entspricht unserer Eiszeit eine tropische Lage Argentiniens. Sie zeitigte riesenhafte Gürtel- und Faultiere, darunter das noch in Fellstücken und Knochengerüsten erhaltene Haustier der diluvialzeitlichen Pampasbewohner, das Grypo-



therium, welches herdenweise in Höhlen eingepfercht wurde. Seit wir uns dem Äquator wieder nähern, zwang die von Süden her fortschreitende Abkühlung Südamerikas diese Tiere, sich nach den Tropen zurückzuziehen. Im Süden selbst sind sie entweder schon ausgestorben oder im Aussterben begriffen; nur kleinere Gürteltiere haben sich noch auf der argentinischen Ebene gehalten, und der Gürtelmull hat sich in die Erde zurückgezogen. Diejenigen Arten, welche in die südamerikanische Waldregion, die sogenannte Hyläa, eintraten, sahen sich gezwungen, das Baumleben zu ergreifen. Mit Krallen, die ursprünglich zum Graben in der Erde bestimmt waren, hängt das Faultier nun an den Zweigen der Bäume; von den Ameisenfressern haben die beiden kleineren dem Baumleben angepaßte Wickelschwänze wie manche südamerikanischen Affenarten bekommen, während nur der größere sich am Südrande der Urwaldregion als Bodentier gehalten hat.

Ein Lieblingsspielzeug der Natur nennt Simroth das Pferd. An ihm schnitzelt sie unaufhörlich herum, diesseits und jenseits des Atlantischen Ozeans hat sie es aus verwandtem Material gebildet. Das unter dem Schwingungskreise entstandene lebt teils in Zentralasien weiter, von wo es kürzlich als zoologische Seltenheit, als Przewalskis Wildpferd, in unsere Tiergärten eingekehrt ist; teils ist es mit Hilfe des abessinischen Hochplateaus in Mittel- und Südafrika eingebrochen und hat dort die lange Reihe der verschiedenen, zum Teil auch schon wieder mit Ausrottung bedrohten Tigerpferde gebildet. Das nordamerikanische Pferd und ein auf südamerikanischer Steppe aus ganz anderem Material gewordenes Pferdchen sind beide ausgelöscht. Aber schon scheint die Natur wieder dabei zu sein, hier aus abermals verschiedenem Stoff ihr Lieblingstier zu formen, aus den Halbhufern nämlich. Dort könnte sich jetzt, da sich die Amazonenmündung vom Äquator nach Süden entfernt, das immer mehr in die Flüsse gedrängte Wasserschwein oder Kapivara, das größte lebende Nagetier, zu einem Flußpferd, und das in die südlicheren Ebenen verdrängte Aguti während der nächsten nordischen Eiszeit zu einem Rößlein umgestalten — wenn nicht der Mensch, auf Gottes Erdboden das unersättlichste Raubtier, all diesem Schöpfungsreichtum ein trauriges Ende bereitet haben wird.

„Liebe Mutter Erde" — so schließt der Verfasser seine interessanten Ausführungen — „so schauen wir in dein freundliches altes Antlitz und gehen sinnend den Zügen nach, wie sie wohl deinem inneren Gerippe entsprechen mögen und wie du sie in den Sonnenschein hältst — so lieb und alt und doch so verständig, daß wir mit all unserem Dichten und Trachten nichts Höheres tun können, als dir deine Gedanken nachzudenken. Denn auch unser Denken ist mit eine Funktion deiner Entwicklung . . . . Wenn mir irgend einer eine Frage nach dem Grunde einer irdischen Erscheinung, sei es der Wissenschaft, sei es des gewöhnlichen Lebens, vorlegen würde, ich könnte immer mit derselben drastischen Antwort bei der Hand sein: Weil Afrika der älteste Klotz ist, nun rechnet es nach!"

Gleiche Ursachen — gleiche Wirkungen.

Nicht nur der Laie, sondern auch der Mann der Wissenschaft ist geneigt, körperliche Ähnlichkeit als einen Beweis für gemeinsame Abstammung der ähnlichen Lebewesen zu betrachten. So erfreut sich die Annahme, daß das Menschengeschlecht einheitlichen Ursprungs sei, noch heute trotz ihrer großen Unwahrscheinlichkeit der Anerkennung weiter Kreise, und auf die Annahme, daß alle Straußvögel, sowohl die noch lebenden wie die ausgestorbenen, gleichen Ursprungs seien, stützt sich zum großen Teile die Hypothese eines südpolaren oder antarktischen Schöpfungszentrums.

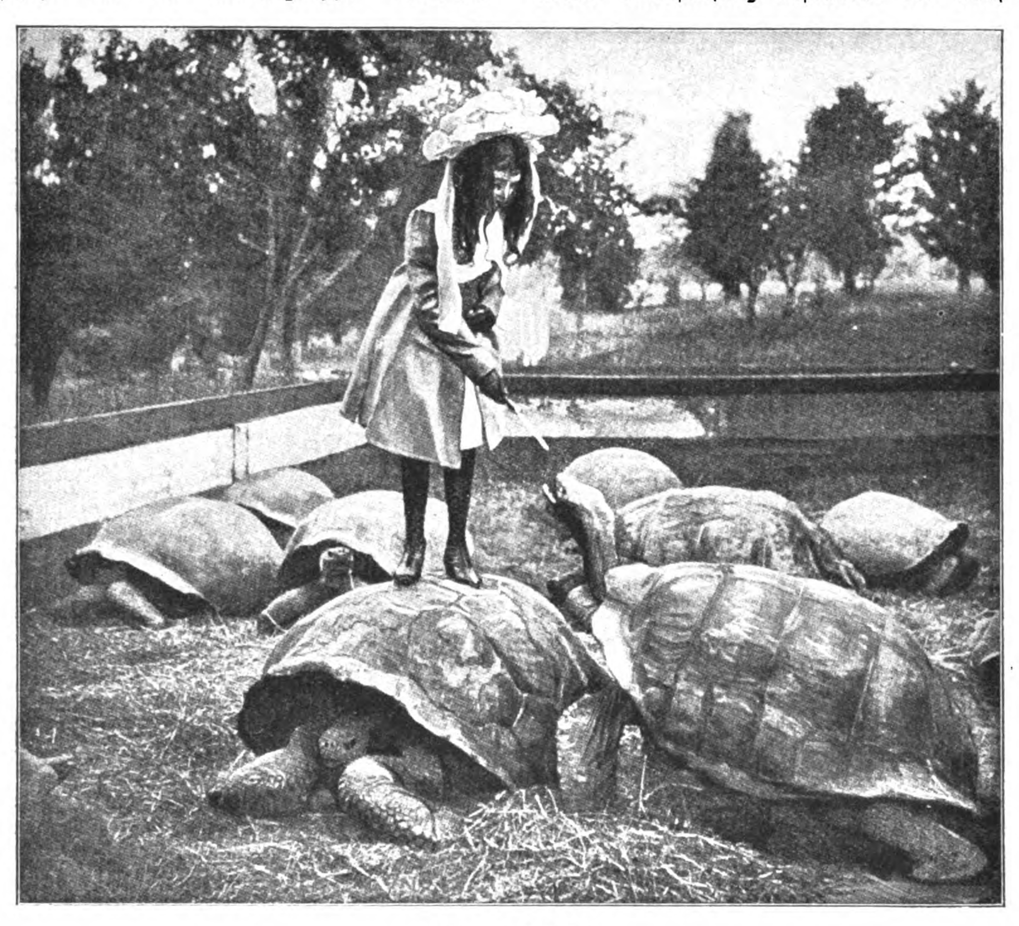
Die Straußartigen oder Ratiten gehören sämtlich der südlichen Halbkugel an und überschreiten den Äquator nur in Afrika. Sie treten, teils lebend, teils fossil, von Neuseeland über Australien und Neuguinea bis zu den Molukken auf, reichten, nach einem fossilen Funde zu schließen, vordem wohl bis an den Südrand Asiens, erlangten in Madagaskar und den nahe gelegenen Inseln ihre höchste Blüte und auf dem afrikanischen Festlande ihre größte kontinentale Ausbreitung. Sodann leben Strauße noch in dem sowohl von Australien wie von Afrika durch weite Meere getrennten Südamerika. Man erklärte diese Verbreitung durch Annahme eines Schöpfungszentrums in der südlichen Halbkugel, von welchem aus eine Ausstrahlung der straußartigen Vögel auf Landwegen, die jetzt längst abgebrochen sind, nach verschiedenen Richtungen stattfand. Diese Annahme wäre aber nur dann gerechtfertigt, wenn die Straußvögel wirklich einheitlicher Abstammung sind. Daß dies jedoch nicht der Fall, hat Prof. Burkhardt in Basel jüngst durch eingehende Vergleichungen dieser Vögel nachgewiesen.[1])

Die großen Dronten der Maskarenen, welche wegen ihrer Flugunfähigkeit von den ankommenden Kolonisten rasch ausgerottet wurden, sind bekanntlich aus der Taubenfamilie hervorgegangen. Der Géant von Reunion und Mauritius, der Léguat noch lebend sah, war eine Ralle von übermannshohem Riesenwuchs. Auch die neuseeländischen Schnepfenstrauße und die erloschenen Moaarten, riesige, 3 Meter hohe schwerfällige Vögel, die von den Maoris bei ihrer Besiedlung Neuseelands noch lebend angetroffen wurden, scheinen mit Rallen, deren hiesiger Vertreter der wiesenbewohnende kurzschwänzige Wachtelkönig ist, verwandt zu sein. Die Kasuare und die australischen Emus stehen ebenfalls für sich allein als alte Formen, die sich von kranichähnlichen Vögeln abgezweigt haben mögen. Weder mit ihnen noch mit den neuseeländischen Moa oder Dinornis scheinen die zahlreichen fossilen Reste von Straußartigen auf Madagaskar zusammenzuhängen. Die bis 8 Liter fassenden Rieseneier und die gewaltigen, im Schwemmland gefundenen Knochenreste lassen uns ahnen, daß hier wie auf Neuseeland besonders günstige

[1]) Zoolog. Jahrb., Abteil. für Systematik ꝛc., Bd. 15, Heft 5.

Verhältnisse für die Entwicklung so gigantischer Formen geherrscht haben müssen. Der afrikanische Strauß steht den malagassischen Äpyornisarten näher und entstammt wahrscheinlich der Rieseninsel, während die südamerikanischen Strauße wieder eine ganz isolierte Stellung einnehmen. So löst sich bei näherer Betrachtung die ganze angenommene Verwandtschaft der die Ratitengruppe bildenden Ordnung in Nichts auf; sie bleibt nur noch ein Sammelbegriff für ganz verschiedene, nur eine rein äußerliche Ähnlichkeit besitzende Vogelarten. Inselgebiete waren der Entwicklung dieser Riesenvögel besonders günstig: während die Äpyornis in Madagaskar und die Dinornis auf Neuseeland zahlreiche, letztere z. B. 26, verschiedene Spezies bildeten, blieb die Zahl der Arten in Australien, Afrika, Südamerika beschränkt. Dieselbe Erscheinung, Riesenwuchs auf insularen Gebieten, wiederholt sich bei einigen Landschildkröten. Über die physiologischen Bedingungen, welche diese Riesenformen entstehen ließen — reichliche Ernährung, Abwesenheit von Feinden — wissen wir zur Zeit noch nichts Sicheres.

Wie bei den Vögeln die Gruppe der Straußartigen, so hat sich unter den Säugetieren die alte Ordnung der „Waltiere" oder Walfische bei genauer Untersuchung besonders der noch unentwickelten Jungen, der Embryos, als aus drei verschiedenen Gruppen bestehend gezeigt: den Seekühen oder Sirenen, den Zahnwalen, zu denen Narwal und Pottwal gehören, und den Bartenwalen. Auch sie haben nur durch Anpassung an eine bestimmte Lebensweise, an das Wasserleben, äußerliche Ähnlichkeit erlangt. Gleiches Aussehen ist also an und für sich noch kein Beweis gemeinsamer Abstammung, es kann sich dabei auch um sogenannte Konvergenzerscheinungen, äußere Ähnlichkeit bei sehr verschiedenen Stammquellen, handeln.



Galapagos-Schildkröten.

Aus dem Leben der Pflanze.

(Botanik.)

Geflügelte Blumenfreunde. • „Die Frucht muß treiben." • Wie sich Pflanzen ernähren. • Aus der niederen Pflanzenwelt. • Die Pflanzenseele. • Im Dienst des Menschen.

Geflügelte Blumenfreunde.

Wer in der schöneren Jahreshälfte offenen Auges wandert, findet in der Pflanzenwelt unerschöpflichen Stoff zur Unterhaltung und Erhebung. Kein Zweig der Botanik aber vermag den Liebhaber, der sich über die Tätigkeit des „Heusammelns" zur Betrachtung der Lebensäußerungen der Pflanze erhoben hat, mehr zu fesseln als die Blütenbiologie, die Erforschung der Blumengeheimnisse. Zahlreiche Bände sind mit Beobachtungen über die Beziehungen der Blumen und Insekten, über die wunderbaren Anpassungen der Blüten an ihre geflügelten Freunde gefüllt worden, und dennoch entdeckt man auf diesem Gebiete immer wieder neue, ungeahnte Tatsachen, deren Betrachtung dem Studium der Pflanzenwelt einen eigenen Reiz verleiht. Vielleicht ist es manchem Leser willkommen, wenn ihm ein handliches Werk namhaft gemacht wird, welches in gefälliger Weise diese Beziehungen an Beispielen aus der heimischen Pflanzenwelt erläutert und zu eigenen Beobachtungen anzuregen geeignet ist.[1])

In den Tropen und den ihnen benachbarten Erdstrichen beschäftigen sich nicht nur die Insekten in so eingehender, durch den Genuß von Nektar und Blütenstaub belohnter Weise mit den bunten Kindern Floras: auch die Vögel huldigen dort den Reizen dieser koketten Schönen, die sich in manchen Gegenden von ihren alten Verehrern aus der Insektenwelt zum Teil völlig ab- und den neuen gefiederten Bewunderern zugewandt haben. Während unsere Vögel, abgesehen von dem ungezogenen Spätzchen, das hie und da zum Zeitvertreib eine Blüte zerrupft, an der Blumenwelt achtlos vorübergehen, besitzen Afrika, die tropischen Striche Asiens und Amerika in den Honigvögeln und in den Kolibris zwei Vogelfamilien, welche sich der Aufgabe, die Kreuzung zwischen verschiedenen Blüten derselben Art zu vermitteln, mit ungemeinem Eifer und Erfolg widmen.

Diese Vögel leben, obwohl das in neuerer Zeit mehrfach bestritten worden ist, in hervorragender Weise von Blumenhonig und sind zur Gewinnung desselben aus den oft sehr langen und gut geschlossenen Blütenröhren durch besondere Einrichtungen befähigt. Die Honigvögel oder Nektarinien besitzen einen vollendeten Saugapparat. Ober- und Unterschnabel, welche luftdicht aufeinander passen, bilden bei leichter Lüftung der Schnabelspitze ein Saugrohr, durch welches der von der vorstreckbaren, zweispitzigen Zunge aufgeleckte Honig in den Schlund befördert wird. Diese Einrichtung entspricht ganz dem Saugrüssel der Bienen. Die Vorliebe der Honigvögel für Süßigkeiten zeigt gleichfalls, daß sie es bei dem Besuche der Blüten auf deren Nektar abgesehen haben; gefangene saugen gern an dargebotenem Sirup, frei lebende beschränken sich nicht nur auf Blumenhonig, sondern suchen auch die an den Kokospalmen zum Auffangen des Palmweins angebrachten Gefäße auf und berauschen sich an der süßen Flüssigkeit.

In welcher Weise die Blumen ihren Nektar den besuchenden Vögeln reservieren und den kleineren, für die Wechselbestäubung nutzlosen Insekten sperren, hat Emil Werth auf Grund seiner Beobachtungen im Küstengebiet des tropischen Ostafrika dargestellt.[1]) Da sehen wir die Jambosen, prachtvolle, myrtenblütige Gewächse, deren große, breit troddelförmige Blumen schräg abwärts gerichtet sind. Die Troddel wird von den zahlreichen weißen Staubfäden gebildet, hinter denen die ziemlich kleinen Kronenblätter verschwinden. Aus der Mitte dieser als anlockender Schauapparat wirkenden Troddel ragt der lange Stempel oder Griffel hervor, dessen Spitze die nach Blütenstaub oder Pollen verlangende Narbe trägt. Rings um den Grund des Griffels wird in reichlicher Menge Honig abgesondert, aber durch die hier dicht beisammen stehenden Staubfäden gegen honigsaugende kleinere Insekten geschützt. Nur ein Tier, dessen Körpermaße der Blütengröße entsprechen, dessen Saugorgan noch länger ist als die Staubfäden, wird davon naschen können. Ein solcher Gast stößt beim Anfliegen zuerst gegen die vorstehende Narbe und wird sie, wenn er vorher bereits eine andere Blüte besucht hatte, mit deren Pollen bepudern, also die für Entstehung großer und kräftiger Samen so wichtige Fremdbestäubung bewirken. Danach erst kommt sein Kopf mit den Staubbeuteln derselben Blüte in Berührung und behaftet sich von neuem mit Blütenstaub, der beim Besuche der folgenden Blüte auf deren Narbe übertragen wird. Derartig gebaute Blüten sind in gleicher Weise dem Besuche der Honigvögel und der langrüsseligen Falter, besonders der Nachtfalter, angepaßt; letztere, welche durch die weiße Farbe der Staubfäden auch in der Dunkelheit angelockt werden, stehen unter allen blütenbesuchenden Insekten den Nektarinien und Kolibris an Körperumfang und Länge des Saugorgans am nächsten und werben deshalb mit ihnen häufig um dieselben Blumen.

Bekannt sind die prächtigen, aus der Kapflora zu uns gebrachten langröhrigen Erikaarten, deren mehr oder weniger herabhängende Blüten die Befruchtungsorgane einschließen oder nur wenig hervor-

[1]) G. Worgitzky, Blütengeheimnisse. Leipzig 1901.

[1]) Verhandlungen des bot. Vereines der Prov. Brandenburg, Bd. 42, S. 222—260: Blütenbiologische Fragmente aus Ostafrika.

ragen lassen. Einen ähnlichen Blütenbau zeigen manche ostafrikanische Aloearten, die gleich jenen der Vogelbestäubung angepaßt sind. Eine Aloe von der Insel Sansibar z. B. zeigt nach dem Aufblühen der Blume zunächst einen noch unentwickelten, kaum aus der Blütenröhre hervorragenden Griffel, die Staubbeutel dagegen aufgesprungen und mit Blütenstaub belegt; Selbstbestäubung ist also unmöglich. Der Honigvogel, welcher seinen Schnabel in die Blüte steckt, bepudert sich das Kinn mit Pollen; fliegt er nun mit diesem Bärtchen zu einer älteren Blume, so findet er hier die reife Narbe infolge Längerwachsens des Stempels so weit hervorragen, daß er sie beim Saugen berühren muß und dadurch Fremdbestäubung bewirkt.

Zu unseren bestausgeprägten Bienen- und Hummelblumen gehören die Lippenblütler, welche den besuchenden Gästen die Unterlippe als bequemen Sitz während des Saugens anbieten und mit der schön gewölbten Oberlippe wie mit einem Dache die Staubbeutel vor der Nässe, dem größten Feinde des Pollens, schützen; nur die schlangenzüngig gespaltene Narbe ragt aus dem Schutzdache hervor. Die bekanntesten einheimischen Gattungen sind vielleicht Taubnessel oder Bienensaug, Salbei und Gundermann. Diesen Lippenblumentypus finden wir in Afrika zu Nutz und Frommen der Honigsauger eigenartig umgestaltet. Er unterscheidet sich von Bienenblumen desselben Typus durch die Größe der Blüten, ihre meist purpur- oder scharlachrote Farbe und die Zurückbildung der Unterlippe. Da der besuchende Vogel sich seiner Schwere entsprechend an einem Zweige oder dem ganzen Blütenstande festklammert oder frei vor der Blume schwebend den Honig saugt, so ist die Unterlippe natürlich überflüssig, wird kleiner und unansehnlicher. Manchmal zeigt auch der Stempel eine merkwürdige, zweckmäßige Bewegung. Die Kigelie läßt aus der mit breitem Purpursaum geschmückten abwärts gekrümmten Blumenröhre nur den Griffel mit den beiden auseinandergespreizten Narbenästen hervorragen und schützt den in der Röhre reichlich sich ansammelnden Nektar gegen kleine Insekten durch einen Kranz von Haaren, welche den Staubfäden entsprießen. Dem Schnabel einer Nektarinie gelingt es dagegen leicht, durch den Haarkranz hindurch zum Honig vorzudringen. Dabei berührt der Vogel mit Kopf und Nacken die Staubfäden und den Stempel, und zwar die hervorragende Narbe zuerst. Diese verträgt nur eine einmalige Berührung und legt nach derselben sofort ihre beiden Äste zusammen. Dadurch ist die Bestäubung der Narbe mit dem Pollen derselben Blüte, die Selbstbefruchtung, ausgeschlossen und Fremdbestäubung gesichert, zumal die Nektarinien von den Kigeliablüten sehr angezogen werden.

Wie lange mag es gedauert haben, bis sich Einrichtungen von so vollendeter Zweckmäßigkeit herausgebildet haben! Dafür sind aber diese in langsamer Vervollkommnung erworbenen Formen den betreffenden Pflanzen sozusagen in Fleisch und Blut übergegangen und haften ihnen selbst dann noch an, wenn sie ihren Zweck längst verloren haben. Ein schönes Beispiel dafür unter den ornithophilen (vogelfreundlichen) Blüten bildet die Banane, die allen Lesern und Freunden Robinson Crusoes wohlbekannte Pisangstaude, welche gegenwärtig auch bei uns als prachtvolles Dekorationsgewächs in Gärten und Parks immer weitere Verbreitung gewinnt. Diese uralte, für den ganzen Tropengürtel so überaus wichtige Kulturstaude hat einen der Vogelbestäubung sehr schön angepaßten Blütenapparat, von dem sie keinerlei Nutzen mehr zieht. Denn sie hat, ohne Zweifel infolge der fortgesetzt ungeschlechtlichen, durch Stecklinge bewirkten Fortpflanzung in der Pflege des Menschen die natürliche Fortpflanzungsweise verloren: die Staubbeutel bilden keinen reifen Pollen mehr, und der Fruchtknoten ist, ehe sich die Blüten überhaupt öffnen, schon zu einer 15 Zentimeter langen Frucht ausgewachsen, welche freilich mangels einer Bestäubung niemals reife Samen ausbildet. Wahrscheinlich gewährte, wie noch jetzt den wilden Bananenarten, so auch den Voreltern der Kulturformen ihre Blüteneinrichtung früher einmal den Vorteil der Fremdbestäubung; jetzt dagegen bieten diese Blüten nur noch den besuchenden Honigvögeln eine willkommene Nahrungsquelle, ohne von ihnen den sonst üblichen Gegendienst zu verlangen.

Werfen wir nun, die übrigen von Werth geschilderten, ebenfalls sehr interessanten Einrichtungen an afrikanischen Vogelblüten übergehend, noch einen Blick auf die Beziehungen chilenischer Blumen zu den dort lebenden Kolibris, wie sie jüngst Friedrich Johow in der dortigen Provinz Aconcagua unweit der Hafenstadt Valparaiso beobachtet und beschrieben hat.[1]) Hier, wo die Heimat der prächtigsten Fuchsien, Lobelien und auf anderen Pflanzen schmarotzenden Quintrals ist, locken die prangenden Blütenstände mit ihrem prunkenden, weithin leuchtenden Rot die schimmernden „lebendigen Edelsteine" unwiderstehlich zu sich heran. Die gewöhnlich auf Pyramidenpappeln schmarotzende gemeinste Art der chilenischen „Quintrals", der Phrygilanthus tetrandrus, hebt sich im Sommer mit ihrem immergrünen Laubwerk kaum von dem Laube der Nährbäume ab, wird aber im Winter (April bis August) durch ihre dann erscheinenden roten Blüten weithin sichtbar. Da um diese Zeit die Zahl der fliegenden Insekten eine sehr geringe ist, so sind die Kolibris die unumschränkten Herren der Blütenschätze. Der vor einem Blütenstande mit gewöhnlich nur einer bis zwei geöffneten Blüten schwebende Vogel taucht seinen Schnabel in die Nektarkelche, die er dabei in zitternde Bewegung versetzt, trinkt und bepudert sich zugleich Stirn und Schnabelgrund mit Pollen, dessen mit flügelartig schmalen Fortsätzen versehene Staubkörnchen sich leicht zwischen die Federstrahlen einklemmen und auf die Narben anderer Blüten übertragen werden. Es stände ohne diese gefälligen Vermittler schlecht um die Bestäubung der Schmarotzerblüten, da durch den weiten Abstand der Narbe von den Staubbeuteln Selbstbefruchtung ausgeschlossen erscheint und auf Insektenbesuch in dieser Jahreszeit nicht zu rechnen ist.

[1]) Verhandlungen des Deutschen wissenschaftlichen Vereines in Santiago, Bd. 4, auch Separatabdruck.



Auf dem Riesenkaktus und zwei anderen Cereus-Arten schmarotzt der blattlose Quintral (Phrygilanthus aphyllus), der seine Anwesenheit auf den Wirtspflanzen nur durch die aus letzteren hervorbrechenden Blütenstände verrät, während der eigentliche Vegetationskörper, hier nur aus Saugsträngen bestehend, im Kaktusstamme verborgen bleibt. Es gewährt einen prachtvollen Anblick, an den oberen Stammteilen der nicht selten hundertjährigen Riesenkaktusse die ganze Nordseite, die chilenische Sonnenseite, mit zahllosen Blütendolden des Quintrals besetzt zu sehen. Die rote Farbe der Blütenhüllen, in lebhaftem Gegensatz zu dem Orangegelb der Staubblätter stehend, verbreitet sich allmählich auch auf Fruchtknoten und Griffel und zieht wie bei dem gemeinen Quintral vor allem den Haubenkolibri und den Riesenkolibri an, deren Schnabellänge für die 6 Zentimeter langen Blüten ausreicht. Wer noch im Zweifel ist, ob wir es bei den Kolibris um eine besondere Anpassung an den Blumenbesuch — gleichviel ob zum Saugen von Honig oder zum Fangen kleiner Honigdiebe — zu tun haben, der betrachte nur die Schnäbel ihrer Nestjungen, welche klein und kurz sind und mit den langen, je nach den Formen der besuchten Blüten geraden oder gebogenen Schnäbeln der Alten keine Ähnlichkeit haben. Die Lieblingsblume der chilenischen Kolibris ist die langgriffige Fuchsia; aber auch erst neuerdings dort eingeführte, aus Afrika oder Australien stammende ornithophile Pflanzen, ja sogar die Blüten solcher Gewächse, welche rein insektenblütig sind, wie z. B. Mandel und Pfirsich, die japanische Quitte, eine Geiskleeart u. a., werden von ihnen eifrig und regelmäßig besucht.

Wie sich unter den Insekten sowohl einzelne Individuen einer Bestäubung vermittelnden Art als auch ganze Spezies finden, welche zu bequem sind, den Blütenhonig auf dem rechtmäßigen, auch der Pflanze Nutzen bringenden Wege zu gewinnen, sondern durch Anbeißen und Einbrechen die Blüte schädigen, so sind auch unter den Vögeln einzelne als Honigräuber verrufen. Zu ihnen gehört z. B. der Tordo oder chilenische Star; während der Kolibri schwebend vor der Lobelienblüte weilt und mit der Zunge Kerbtiere und Honig aus der Blumenkronenröhre und dem Blütenkessel hervorholt, klammert sich der derbe, rabenschwarze Tordo an den Stengel der Pflanze und öffnet mit seinem dicken, kräftigen Schnabel die Blüte gewaltsam, um ihren Nektar zu trinken. Dabei verletzt er häufig den Griffel oder den Fruchtknoten, vereitelt die Bestäubung und erweist sich als ein sehr ungeeigneter Bestäuber. Einzelne Tropenblumen sind mit ganz wunderbaren, zur Abwehr solcher unwillkommenen Besucher geeigneten Einrichtungen ausgerüstet, die meisten stehen diesen Räubern aber wehrlos gegenüber.

Kolibris und Nektarinien treffen, mag die besuchte Blüte auch noch so langröhrig und ihr Inneres noch so finster sein, den Sitz des Honigs mit der tastenden Zunge unfehlbar. Anders steht die Sache, wo kleine Insekten sich in einer größeren, rings geschlossenen und deshalb finsteren Blumenhöhlung zurechtfinden sollen. Da bedarf es schon starker Lockmittel, eines sehr anregenden Duftes, täuschender Farben, um die furchtsamen Kleinen in das dunkle Innere zu locken. Die Natur hat sich aus dieser Verlegenheit in manchen Fällen durch Schöpfung von sogenannten **Fensterblüten** zu helfen gesucht. Unter „Fenstern" versteht man hier durchscheinende Stellen des gefärbten Blütengrundes; sie finden sich an mehreren brasilianischen Aristolochia-Arten, an der mit ihnen verwandten, bei uns heimischen Osterluzei und der stinkenden Nieswurz. Außerdem kennt man sie an den zu blumenähnlichen Gebilden umgewandelten Blattanhängen der bekannten Kannenpflanzen (Nepenthes), deren Kannen dem Insektenfange und damit der besseren Ernährung dieser interessanten Pflanzen dienen.

Die transparenten Flächen dieser Fensterblüten befinden sich an denselben Stellen der Blumenkrone wie die sogenannten Saftmale, deren Zweck es zu sein scheint, den befruchtenden Insekten den Sitz des Honigs und den Weg dahin anzudeuten. Beide machen die Blüte auffälliger, die Saftmale durch ihre von der Kronenfärbung abweichende Farbe, die Fenster durch ihre Farblosigkeit und Transparenz. Wie der Befruchtungsvorgang in einer Fensterblüte sich abspielt, möge das Beispiel einer Aristolochia, der A. macroura, zeigen. Der mit der Öffnung abwärts gerichtete Blütenkessel ist dunkel; in dem oben gelegenen Blütengrunde befindet sich um die miteinander verwachsenen Staubblätter und Griffel eine farblose, durch einen dunkelpurpurnen Ring abgegrenzte helle Zone, die Licht einfallen läßt: das Fenster. Die Fliegen, welche, durch den üblen Geruch der Blüte angelockt, in den Kessel hineinkriechen, halten die durchscheinende Stelle für den Ausgang, bewegen sich lebhaft auf sie zu und übertragen, wenn sie zuvor schon in einer anderen Aristolochiablüte waren, deren von dort mitgenommenen Pollen hier auf die frische Narbe. Nun erst brechen die Staubbeutel auf, die umherkriechenden Insekten beladen sich mit neuem Pollen und werden, durch Erschlaffen der das Entschlüpfen bisher verhindernden Haarreuse am Eingang, entlassen. Während der Gefangenschaft finden sie an zwei nach innen vorgewölbten, fettig erscheinenden Stellen unweit des Fensters Nahrung und bepudern sich eben beim Saugen an diesen Stellen mit frischem Pollen. Das Fenster spielt somit für die Befruchtung der Pflanze eine wichtige Rolle.

Eine neue Beobachtung dieser Art hat Dr. Robert **Stäger** an dem bekannten Alpenveilchen gemacht, dessen Blüten zuerst auf Insekten-, dann auf Windbestäubung eingerichtet sind. Anfangs haften nämlich die Pollenkörner, durch ölige Beschaffenheit klebrig, aneinander und an den Haaren der Insekten, später werden sie durch Verdunsten des Öles pulverförmig. In diesem zweiten Zustand ist die Pflanze durch senkrechte Blütenstellung befähigt, den Staub auf die eigene Narbe herabfallen zu lassen. Doch beträgt die Fruchtbarkeit im Falle der Selbstbestäubung nur etwa ein Drittel derjenigen bei Fremdbestäubung. Die Beobachtung am persischen Alpenveilchen (Cyclamen persicum) zeigt nun, daß fast der ganze Blütenkessel, zwei Drittel seiner Tiefe, ein einziges großes, helles Fenster bildet, von dem sich die fünf grünen Zipfel



des fünfspaltigen Kelches abheben. Auf der Grenze zwischen dem durchscheinenden und dem undurchsichtigen Teile der Blume springen nach innen 10 bis 15 kleine Erhöhungen vor, welche Zuckersaft enthalten und von den Insekten angebohrt werden. Diese Stellen sind so glasartig glänzend, daß man sie auf den ersten Blick für wirkliche Safttropfen halten könnte, ähnlich den ebenso schimmernden Stellen in den Blüten des Nachtschatten und Bittersüß. Weshalb bedarf nun aber die offene, überall leicht zugängliche Cyclamenblüte des „Fensters"? Warum trägt sie nicht, gleich anderen offenen Blumen, Saftmale? Ganz einfach, weil ihr letztere nichts nützen würden; denn der zwar offene Blumenkessel ist, weil mit der Mündung vermöge der Knickung des Blütenstiels nach unten gekehrt, dem Lichte nicht zugänglich. Was hier gefärbte Saftmale nicht vermöchten, nämlich die Aufmerksamkeit der Insekten auf die safterfüllten Stellen zu richten, das bewirkt das Fenster im Blütenboden. [1])

Angesichts des sozusagen ängstlichen Bestrebens zahlloser Pflanzen, die Fremdbestäubung durch höchst zweckmäßige Einrichtungen zu sichern, ist es auffällig, daß bei manchen Gewächsen die Blüten nicht nur ständig mit eigenem Blütenstaube befruchtet werden, sondern sogar Vorkehrungen enthalten, welche die Bestäubung mit fremdem Pollen völlig unmöglich machen. Unser duftendes Frühlingsveilchen besitzt in seinen von den Dichtern so viel besungenen Blumenaugen echte, ihrem Zwecke vorzüglich angepaßte Insektenblüten; trotzdem werden sie niemals befruchtet und liefern keine Samen, obwohl sie von Insekten häufig besucht werden. Dieselbe Pflanze, deren Prachtblumen nutzlos verwelken, erzeugt in Juni und Juli abermals Blütenknospen, welche winzig klein sind, der Kronblätter fast völlig entbehren, sie aber auch nicht brauchen, da sie sich niemals öffnen. Aus diesen „kleistogamen" Blüten entwickeln sich große Früchte mit 12 bis 20 wohl ausgebildeten Samen, welche wiederum eine eigenartige Verbreitungsanpassung zeigen. Die Fruchtkapseln erheben sich nicht auf ihren langen Stielen in die Luft und springen nicht, wie das sonst bei den Veilchenarten der Fall ist, auf, die Samen fortschleudernd, sondern sie bohren sich in die lockere Erde unterhalb der Pflanze ein, reifen im Boden und öffnen sich dort auch, worauf die Samen von den überall geschäftigen Ameisen ergriffen und davongeschleppt werden. Diese nagen die fleischige Ansatzstelle, die sogenannte Samenschwiele, ab, schaden im übrigen aber dem Samen nicht, sondern bringen ihn gewöhnlich an eine zum Keimen geeignete Stelle, wo die neue Pflanze nicht von älteren ihresgleichen beengt wird.

Die Erscheinung der Kleistogamie ist im Pflanzenreich weit verbreitet, unter unseren einheimischen Gewächsen nicht nur bei den Veilchen, sondern auch beim Leinkraut, beim Sauerklee u. a. zu finden. Einige Botaniker haben den Befruchtungsvorgang in der geschlossen bleibenden Blüte neuerdings genauer verfolgt und gefunden, daß die Staubbeutel nicht, wie bei den sich öffnenden Blumen, aufspringen und den Pollen hervorquellen lassen. Bei den meisten kleistogamen Blüten öffnen die Staubbeutel oder Antheren sich überhaupt nicht, sondern der Pollen beginnt, sobald er reif ist, im Innern der Antheren zu keimen; die auskeimenden Pollenschläuche durchbohren an bestimmten Stellen den Staubbeutel und wachsen zur benachbarten Narbe hinüber, dringen durch diese in den Fruchtknoten ein und vollführen durch Verschmelzung mit den dort harrenden Eichen die Befruchtung. Die Ursache zur Ausbildung kleistogamer Blüten ist wahrscheinlich in veränderten klimatischen Bedingungen zu suchen.

Einige Pflanzen endlich scheinen auf die geschlechtliche Fortpflanzung gänzlich Verzicht zu leisten: sie entwickeln aus dem Ei einen Keimling ohne Zutun des Pollens. Diese echte Parthenogenesis, d. h. Fortpflanzung ohne Mitwirkung des männlichen Geschlechtselements, ist bei manchen Insekten sehr verbreitet und in der Pflanzenwelt zuerst am Alpen-Ruhrkraut entdeckt worden. Dann hat man sie noch bei manchen Arten der Gattung Alchemilla (Frauenmantel oder Sinau) und jüngst auch bei einer Wiesenraute (Thalictrum purpurascens) beobachtet, und während man die Erscheinung bei ihrem ersten Auffinden allgemein anzweifelte, meint der Entdecker des neuesten Falles, Overton, daß die Parthenogénesis auch im Pflanzenreich nicht so selten vorkommen möge, als man vermutet. Die Staubbeutel erzeugen bei diesen Pflanzen keinen Blütenstaub mehr, eine geschlechtliche Vermehrung ist also zur Unmöglichkeit geworden. Eine weitergehende ökonomische Einschränkung als diese etwa auf gleicher Stufe mit der Fortpflanzung durch Ausläufer und Ableger stehende ist ohne Aussterben der betreffenden Pflanzenart eigentlich nicht mehr denkbar.

„Die Frucht muß treiben."

Wie die Blüte, so ist auch die aus ihr hervorgehende Frucht für die Pflanze nur Mittel zu höherem Zweck: zur Verbreitung der Samen. Wo wir saftige Früchte sehen, sind gewöhnlich auch die Nutznießer dieses freiwilligen Tributs der Pflanze an die Tierwelt, seien es nun Insekten, Vierfüßler oder Vögel, nicht weit. Wo die Frucht fehlt, geschieht die Aussaat der Samen entweder durch den Wind oder durch besondere Ausschleuderungsmechanismen. In beiden Richtungen treffen wir häufig auf Einrichtungen von bewundernswerter Zweckmäßigkeit.

Eine derartige Einrichtung schildert der um die Erforschung der Fruchtbiologie sehr verdiente F. Hildebrand an einem Amaryllisgewächs (Haemanthus Aigrinus). Die Früchte dieser Pflanzen sind große, kugelig-längliche Beeren. Drückt man sie, so platzt die fleischige, schleimige Haut auf und der Same tritt heraus, fällt aber nicht ab, sondern bleibt durch einen schleimig aussehenden Faden mit dem Grunde der Beere verbunden. Dieser Faden, dessen Entstehung in der Frucht ausführlich beschrieben wird, besteht aus langen, zu Strängen verbundenen Zellfäden von unglaublicher Dehnbarkeit und Elastizität. Sie lassen

[1]) Natur und Offenbarung, Bd. 48, Heft 8, 1902.



sich zu einer Länge von 20 Zentimeter ausziehen und schnurren, wenn man aufhört zu ziehen, wieder zusammen. Das ist für die Verbreitung des daran hängenden Samens von Wichtigkeit. Wenn der Vogel die Beere verschlingt, so wird der Same nicht mit verschluckt, sondern aus der fleischigen Hülle der Beere hervorgedrückt, worauf er an dem elastischen Faden aus dem Schnabel hervorhängt. Um das unbequeme Anhängsel loszuwerden, schleudert der Vogel es so lange hin und her, bis der Faden endlich zerreißt und der Same weit fortfliegt, um nun auf dem Boden sofort zu keimen. Bleibt dagegen der Same länger in der Beere, so verzögert sich die Keimung nach seiner Befreiung mehr und mehr, bis er etwa am Ende des Winters seine Keimkraft ganz verloren hat.

Während viele Pflanzen in dieser Weise bestrebt sind, ihre Früchte so bald wie möglich an den Mann zu bringen, bedürfen andere beträchtlicher Zeit, um sie in den zur Verbreitung der Samen geeigneten Zustand zu bringen. Wir wissen z. B. alle aus der Kindheit sehr gut, daß die scharlachroten Früchte des Weißdorns, die Mehlbeeren, uns erst mundeten, nachdem sie tüchtig Frost bekommen hatten, und die Vögel teilen diesen Geschmack des Kindergaumens. „*Wintersteher*“ nennt Dr. Rutger *Sernander* in einem interessanten Büchlein über die Biologie der Früchte diese Pflanzen.[1]) Er versteht darunter solche Gewächse, die ihre Frucht mit dem Samen den Winter hindurch an den Stengeln behalten. Die Zahl der Wintersteher, die selbst den strengen skandinavischen Winter überdauern, ist verhältnismäßig groß; *Sernander* hat im mittleren und südlichen Schweden über 200 Arten beobachtet. Einige davon reifen ihre Samen erst im Laufe des Winters, z. B. die Nadelhölzer, die Esche, der Efeu, die Mistel, die Moosbeere; bei vielen dagegen sind nur verzögernde Vorrichtungen vorhanden, welche eine vorzeitige Verbreitung verhindern und bewirken, daß die Früchte die für sie günstigste Zeit zur Ausbreitung abwarten können. Auch Kräuter, deren Stengel bei Eintritt des Winters schon abgestorben sind, finden sich unter den Winterstehern zahlreich. Die Verholzung der absterbenden Stengel steigert aber deren Schleuderkraft in hohem Maße, so daß, wenn die Verbreitung durch den Wind erfolgt, die Samenkapseln schnell und kräftig ihres Inhaltes entleert werden.

Während den Pflanzen der Ebene reichliche Verbreitungsmittel für ihre Früchte und Samen zur Verfügung stehen, sind die *Hochgebirgspflanzen* übel daran. Das Tierleben, welches im Flachlande für die Verbreitung der Beeren, der Häkel- und Klettfrüchte eine so große Rolle spielt, tritt in der eigentlichen Hochgebirgsregion sehr zurück. Öde und still ist es auf den Gipfeln und Kämmen jenseits der Waldgrenze. Auch das Wasser kann hier, wo nur noch wenige, meist eiskalte Hochgebirgsseen sich befinden, keine beträchtlichen Dienste mehr leisten. Um so wichtiger ist der Wind, der unumschränkte Gebieter der Hochalpen; welchen Einfluß er auf die Pflanzenverbreitung daselbst hat, weist Dr. *Vogler* statistisch nach.[1]) Während von den 2294 Pflanzenarten der Schweiz nur 947, d. h. etwa 41%, auf Windverbreitung angewiesen sind, werden von den 343 Arten der Hochregion, den eigentlichen „Alpenpflanzen“, fast 60% durch den Wind ausgesäet; den 300 Pflanzen, welche in der Hochebene Anpassungen an Tierverbreitung besitzen, stehen in der Gipfelregion nur noch 11 gegenüber. Sie können sich, selbst wenn sie durch Zufall eingeschleppt werden, in dem so ungünstige Aussaatbedingungen bietenden Gelände nicht in größerer Anzahl ansiedeln und werden von den mit besseren Verbreitungsmitteln ausgestatteten Arten, den Windpflanzen, überflügelt und besiegt. In den arktischen Gebieten überwiegen die Windpflanzen in noch höherem Grade als auf den Hochalpen.

Es ist für alle Früchte, deren Samen durch Vögel oder andere Tiere verbreitet werden, natürlich sehr wichtig, sich so auffällig wie möglich zu präsentieren, damit sie von ihren Liebhabern nicht übersehen werden. Daher die prangenden Farben so vieler Beerenfrüchte. Manche Früchte erhöhen diese Auffälligkeit durch gewisse *Schauapparate*. Die plötzliche Entstehung eines solchen ist kürzlich in zwei Fällen an der *Erdbeere* beobachtet worden. Eine aus dem Garten der Geologischen Landesanstalt zu Berlin stammende, in Groß-Lichterfelde kultivierte Monatserdbeere (La Généreuse) zeigte bei einigen Pflanzen die interessante Erscheinung, daß die weißen Blumenblätter am Ende der Blütezeit nicht abfielen, sondern erhalten blieben, und zwar behielten sie bis zur Reife ihre schöne weiße Farbe und färbten sich dann meist leicht rosa. Die rote Scheinfrucht, umgeben von den grünen Kelchblättern und dem Teller weißer oder zartroter Blumenblätter, gewährte ein sehr schönes Bild. Die gleiche Erscheinung trat in demselben Jahre (1902) in einem anderen Garten desselben Vorortes an mehreren Pflanzen einer großen Gartenerdbeere auf. Konstant hat sich dieser Schauapparat bisher nur an einer Pflanze der Monatserdbeere und ihrer vegetativen (durch Ausläufer entstandenen) Nachkommenschaft gezeigt, an anderen Exemplaren blieben meist nur einige Blumenblätter erhalten. Ob es gelingen wird, aus ersteren eine neue Prunkrasse zu erziehen, muß die Zukunft lehren.

Manche Pflanzen scheinen trotz guter Frucht- und Samenbildung dem *Aussterben* entgegenzugehen. Man hat in jüngster Zeit eine ganze Reihe solcher dem Untergange geweihter Pflanzen festgestellt und zum Teil schon Vorkehrungen getroffen, ihrer Ausrottung nach Möglichkeit entgegenzuarbeiten. Letzteres ist freilich nicht leicht, da die Gründe des Aussterbens nicht immer deutlich erkennbar sind. Die *Eibe* z. B., das beliebteste Material für die gärtnerischen Künsteleien des XVII. und XVIII. Jahrhunderts, im Mittelalter als vorzüglichstes Holz für Bogen und Armbrust berühmt, verschwindet mehr und mehr

[1]) Zur Verbreitungsbiologie der skandinavischen Pflanzenwelt. Berlin 1901.

[1]) Die Bedeutung der Verbreitungsmittel der Pflanzen in der alpinen Region. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, 1902, Nr. 22.

aus unseren Waldungen und wird bald nur noch mehr oder weniger künstlich erhalten als Park- und Gartenbaum anzutreffen sein. Ob hieran das Sinken des Grundwasserstandes, klimatische Verhältnisse oder der Mangel tierischer Verbreiter schuld ist, läßt sich schwer feststellen. Die in den großen, leuchtend roten Scheinfrüchten, den Taxusbeeren, enthaltenen Samen scheinen nur zu keimen, nachdem sie den Vogelmagen passiert haben; vielleicht fehlt es gegenwärtig an den Vogelarten, welche diese Verbreitung ausgiebig besorgen.

Ein ähnlicher Fall liegt bei der *Wassernuß* (Trapa natans) vor, die in vergangenen Jahrzehnten noch in manchen Orten, z. B. den Städten Schlesiens, auf den Markt gebracht wurde, jetzt aber in vielen Gegenden ausgestorben ist, obwohl ihr fossiles Vorkommen in den Gewässern daselbst beweist, daß sie hier ehemals gedieh. Trapa ist einjährig, und ihre schweren, mit Widerhaken besetzten Früchte bedürfen jedenfalls einer besonderen Verbreitungsweise, die ihnen jetzt nicht mehr zu teil wird. Wie alle einjährigen Pflanzen erschöpft sie mit der Zeit den Nahrungsvorrat ihres ursprünglichen Standortes und geht dann zu Grunde, wenn es ihrem Samen nicht gelingt, einen neuen Wohnsitz zu erreichen. Dazu kommt, daß die flachen Gewässer, in denen sie lebt, leicht zuwachsen oder austrocknen. Man nimmt an, daß in früherer Zeit die großen, schweren Nüsse durch watende Elche oder Wisente, an deren Füße sie sich klammerten, oder durch wandernde Biber, in deren Pelz sie sich kletteten, von einem See oder Teich in benachbarte geschleppt wurden. So kann die Ausrottung einer Tierart das Aussterben derjenigen Pflanzenspezies, die durch jene verbreitet wurde, nach sich ziehen.

Auch die fortschreitende Kultivierung des bis dahin unbenützten Ödlandes, der Moore und Heiden, schränkt die Lebensbedingungen der ursprünglichen Pflanzenwelt mehr und mehr ein. So weist z. B. Prof. *Conwentz* in Danzig, einer der regsten Verteidiger der Todgeweihten in Tier- und Pflanzenwelt, nach, daß allein in der Provinz Westpreußen, wo im letzten Jahrzehnt 10.000 Hektar Moorfläche in Kulturland verwandelt sind, außer der Wassernuß die seltene Orchidee Löjels Glanzständel (Liparis Loeselii), die Zwergbrombeere, der rote Himmelsschlüssel, die Zwergbirke, die insektenfangende, zu den Sonnentaugewächsen zählende Aldrovandia auf den Aussterbeetat gesetzt sind. Es erregte deshalb unter den Freunden der heimischen Flora großes Aufsehen und gerechte Befriedigung, als man im Jahre 1901 entdeckte, daß die *Zwergbirke*, dieses seltene Überlebsel aus der Eiszeit, deren eigentliche Heimat jetzt die Länder rings um das Eismeer sind, während sie sich bei uns nur noch auf dem Brocken, dem Iser- und Riesengebirge erhalten hat, noch lebend auf einem Hochmoore Westpreußens im Kulmer Kreise vorkommt, wo ihr nun seitens der Staatsverwaltung ausreichender Schutz gegen völlige Ausrottung gewährt werden soll.

Die erste nachhaltige Anregung zur Erhaltung von Naturdenkmälern und Seltenheiten jeder Art aus allen drei Naturreichen ging im Jahre 1900 im preußischen Abgeordnetenhause von dem Landtagsabgeordneten *Wetekamp* aus. Unter den von der Regierung auf diese Anregung hin eingeforderten Gutachten ist das des Botanikers C. A. *Weber*[1]) sehr lesenswert. Er fordert zum Schutze der *Moorpflanzen* vor allem die Erhaltung des ursprünglichen Grundwasserstandes; das Graben von Torf ist im Umkreise von mehreren hundert Metern um das zu schützende Gebiet gänzlich zu verhindern; Bruchwälder sind in ihrem Naturzustande zu belassen, die Hochmoore nicht durch Entwässerungsanlagen in Weideland zu verwandeln. Unter der nicht unbeträchtlichen Zahl von Orten, wo Hochmoore, stattliche Erlenhochwälder, Moorbrüche in bestem Naturzustande noch erhalten sind, ist als Merkwürdigkeit das Ahlenmoor in der königlichen Oberförsterei *Bederkesa* hervorzuheben, wo ein kleiner See, der Dahlemer, infolge seiner Brandung an den Ufern des Moores überaus seltene Bildungen, nämlich Höhlen, Klippen und Pfeiler aus reinem Moostorf hervorgebracht hat. Auch die eigentümlichen Wald- und Sumpflandschaften der großen Flußniederungen, z. B. bei Tilsit an der Memel, die Salzwassersümpfe mit ihren Dünen und Marschenbildungen sollen erhalten werden. Auf den Heiden, von denen eine große Anzahl erst im vorigen Jahrhundert entstanden ist,

Merkwürdig gewachsene Linde.

[1]) Über die Erhaltung von Mooren und Heiden Norddeutschlands im Naturzustande (Beiträge z. nordwestd. Volks- und Landeskunde, Bd. 15, Heft 3, 1901.)

soll die Wiederbewaldung durch schwaches Behüten mit Schafen verhindert, zerstreutes Wacholdergebüsch aber geschont werden. Solche Heiden, in denen sich kulturgeschichtliche Denkmale in Gestalt von Hünengräbern, Steinbetten, Urnenfriedhöfen befinden, sind der Erhaltung vor allem wert. Auch größere Bestände von Eiben, Stecheichen (Ilex) und anderen nahezu ausgerotteten Bäumen sind zu schonen.

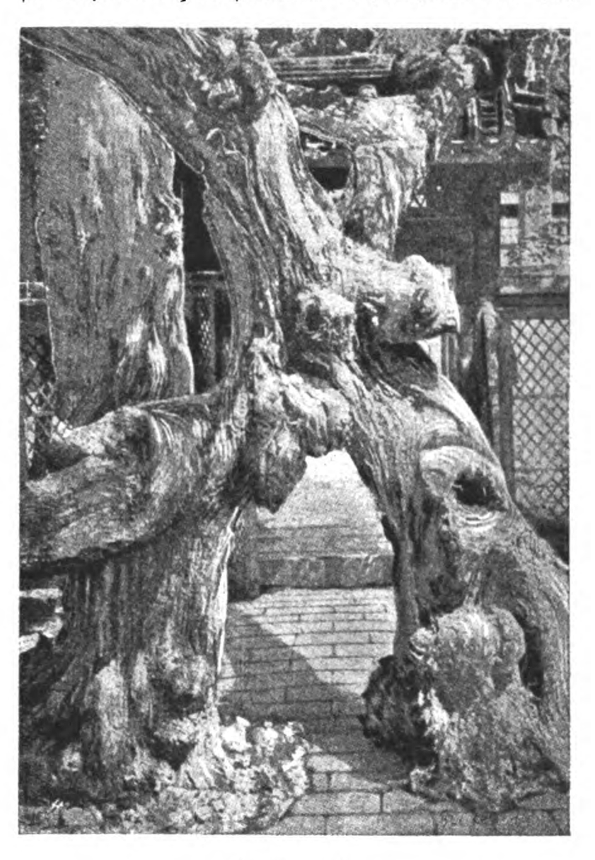
Eine schöne Frucht haben diese Anregungen schon getragen: die Herausgabe forstbotanischer Merkbücher im Königreich Preußen, welche, auf Veranlassung des Ministers für Landwirtschaft veranstaltet, für jede Provinz feststellen, was an altehrwürdigen oder historisch und botanisch merkwürdigen Bäumen, seltenen Pflanzen u. s. w. noch vorhanden und des Schutzes wert und bedürftig ist. Möchten andere Staaten diesem Beispiele bald, ehe allzuviel der alten, wertvollen Naturdenkmäler dem Unverstande und dem Vandalismus zum Opfer gefallen sind, folgen.[1])

Unter den Bäumen, deren Erhaltung diese Merkbücher anstreben, sind für den Naturfreund besonders die merkwürdigen Monstra anziehend, in denen Mutter Natur ihre Launen zeigt. Da haben wir z. B. die sogenannten zweibeinigen Stämme, eine teils natürliche, teils auch künstlich erzwungene Verwachsung zweier Bäume bei getrennter Erhaltung der Stammfüße; ferner die Verwachsung zweier Bäume mittels eines Astes oder einer bis auf das Kambium wund gescheuerten Stammstrecke oder zweier Stammpunkte, was die im Volksaberglauben eine Rolle spielenden „Zwieselbäume" hervorbringt; endlich die mehrfach, mit Ästen oder der Krone wurzelnden Bäume und andere Seltsamkeiten, von deren Aussehen die beiden Abbildungen amerikanischer Baumwunder dem Leser eine Vorstellung geben werden.

Wie sich Pflanzen ernähren.

Die körperliche und geistige Spannkraft, deren der Mensch zu jeglicher Arbeit bedarf, verdanken wir dem Eiweißgehalte unseres Körpers. Der tierische Organismus vermag jedoch die Eiweißstoffe im Stoffwechsel mittels der Atmung lediglich zu zerstören und dadurch die Kräfte für die mannigfaltigsten Arbeitsleistungen zu gewinnen; selbst erzeugen können Tier und Mensch diese stickstoffhaltigen Substanzen nicht. Nur die Pflanze versteht es, sie aus unorganischen Bestandteilen der Luft und des Bodens aufzubauen. Die Hauptarbeit leistet dabei das Blattgrün oder Chlorophyll, dessen Tätigkeit im vorhergehenden Abschnitte schon in Betracht gezogen ist. Der für das organische Leben so überaus wichtige Vorgang der Erzeugung organischer Substanz aus den unorganischen Nährstoffen der Pflanze, wie er sich in der chlorophyllhaltigen Zelle abspielt, ist in seinem ganzen Verlaufe immer noch nicht mit voller Sicherheit erkannt. Das Resultat dieses Prozesses ist die Entbindung von Sauerstoff und die Bildung von Stärke in den Zellen; daneben treten auch noch andere stickstoffreie Substanzen auf. Durch Vereinigung der Stärke mit stickstoffhaltigen Bestandteilen des Bodens, besonders mit der in ihm verbreiteten Salpetersäure, werden die Eiweißstoffe aufgebaut.

Die Entnahme des der Pflanze nötigen Stickstoffes aus dem Erdreiche wird ihr keineswegs immer leicht gemacht. Manche Böden sind sehr nährstoffarm; andere enthalten diese Nährstoffe in so wenig aufgeschlossenem, für die Wurzel geeignetem Zustande, daß sich die Pflanze häufig nach Hilfsarbeitern für ihre Zwecke umsehen mußte, wenn sie nicht dem Parasitentum anheimfallen und sich



Ein Baumwunder.

auf Kosten anderer mühelos ernähren wollte, ein Ausweg, den viele Gewächse eingeschlagen haben. Die Hilfskräfte für bessere Bodenausnützung fand die Pflanze in den niedrigsten und ursprünglichsten aller Organismen, den Pilzen.

Wenn wir vor Beendigung der Fruchtreife eine Bohnenpflanze vorsichtig aus der Erde nehmen und die Wurzeln durch Abspülen gesäubert haben, so erblicken wir an letzteren eigentümliche Knöllchen von Stecknadelkopf- bis Erbsengröße. Ihr Inneres ist mit zahllosen, mikroskopisch kleinen Spaltpilzen erfüllt, deren Aufgabe es ist, den im Boden befindlichen freien Stickstoff in eine für die grüne Pflanze assimilierbare Form zu bringen, während sie selbst als Gegengabe von der grünen Pflanze die durch die Tätigkeit des Chlorophylls erzeugten Kohlehydrate (Stärke) erhalten. Die in den Wur-

[1]) Forstbotanisches Merkbuch, I, Provinz Westpreußen (von Prof. Conwentz bearbeitet). Berlin 1900. In Vorbereitung sind solche Merkbücher für Ostpreußen, Brandenburg, Schlesien.

zelknöllchen lebenden Spaltpilze wanderten aus dem Boden in die Pflanze ein, sobald die Wurzel aus dem keimenden Samen in die Erde drang, und erscheinen in den Knöllchen entweder in unverändertem, der Vermehrung fähigem Zustande oder, unfruchtbar geworden, in sehr stark herangewachsenen Formen, welche von der grünen Pflanze aufgesaugt werden. An den Wurzeln aller Schmetterlingsblütler, überhaupt der meisten Hülsenfrüchtigen (Leguminosen) hat man diese Wurzelknöllchen gefunden. Auf ihrem Vorhandensein beruht die Fähigkeit dieser Pflanzenfamilie, selbst sterile Böden bewohnen zu können. Sie können solchen Boden sogar verbessern und für anspruchsvollere Pflanzen geeignet machen, was bei der Landwirtschaft durch Gründüngung, durch Unterpflügen der zuerst angepflanzten Leguminosen, ausgenützt wird. Man impft sogar allzu sterilen Sandboden vor der Aussaat der Erbsen, Bohnen, Lupinen, Robinien mit den nötigen Bakterien, indem man ihn mit bakterienhaltiger Leguminosenerde bestreut, und kann auf diese Weise Moorboden für die Aussaat von Hülsenfrüchten geeignet machen. In salpeterreichem Erdreich tritt die Bildung der Wurzelknöllchen weit schwächer auf; ertötet man durch Erhitzung die Bodenspaltpilze und säet in der sterilisierten Erde Leguminosen, so entstehen keine Knöllchen, ein Beweis dafür, daß die Bakterien nicht schon den Samen bewohnen, sondern erst nach der Keimung in die Pflanze einwandern. Die auf sterilisiertem Boden aufwachsenden Erbsen oder Lupinen bleiben im Wachstum hinter den mit Knöllchenwurzeln versehenen beträchtlich zurück, ein Beweis, wie wichtig diese Symbiose für die daran gewöhnten Pflanzen ist.

Außer dieser auf wechselseitiger Ergänzung beruhenden Lebensgemeinschaft oder Symbiose bei den Leguminosen treffen wir bei sehr vielen Pflanzen noch eine andere Form des Zusammenlebens mit niederen Pilzen, die verpilzte Wurzel oder Mykorrhiza. Die jüngeren Wurzeln sowohl der meisten grünen Pflanzen als auch der Halbschmarotzer, welche den humusreichen Boden der Wälder und Heiden bewohnen, stehen in engster Beziehung zu Fadenpilzen. Diese Wurzelpilze befinden sich entweder innerhalb der Wurzel, in bestimmten Schichten ihrer Rinde, in Massen knäuelartig aufgerollt und nur vereinzelte Fäden nach außen sendend, oder aber sie überziehen die jungen Wurzeln handschuhfingerartig mit einer dichten, verfilzten Hülle. Man unterscheidet danach innere und äußere Pilzwurzel (endotrophe und ektotrophe Mykorrhiza). Die sonst an den jüngeren Wurzelteilen sitzenden, die Nahrung aufsaugenden Wurzelhaare treten bei den Pflanzen mit Pilzwurzeln fast gar nicht mehr auf. Die freien Fäden des Pilzmantels vertreten augenscheinlich diese Saugorgane. Mehr als die Hälfte aller Gefäßpflanzen lebt in solcher Pilzgemeinschaft. Die äußere Pilzwurzel treffen wir besonders bei den kätzchenblütigen Pflanzen, den Birken, Erlen, Haseln, Eichen und Buchen, den Weiden und Pappeln, Föhren und Fichten; die innere bei den Heidekrautarten, dem Fichtenspargel und den Orchideen. Letztere Form der Symbiose ist erst vor kurzem durch eine sehr eingehende Arbeit von W. Magnus an der Pilzwurzel einer im Waldhumus schmarotzenden Orchidee, des Vogelnestes (Neottia nidus avis) genauer untersucht worden.[1])

Es hat sich dabei herausgestellt, daß die Gemeinschaft dieses Knabenkrautes mit dem Pilz sich durchaus nicht in friedlicher Weise, sondern in der Form eines erbitterten Kampfes vollzieht, was sich ja freilich in gewissem Sinne von dem Zusammenleben innerhalb aller organisierten, vor allem der menschlichen Gesellschaftsformen behaupten läßt. Es bilden sich in der Pilzwurzel der Neottia zweierlei Zellen aus; die Pilzwirtzellen, in denen der Pilz niemals besiegt wird, während die von ihm befallene, mit ihm kämpfende Zelle dahinsiecht, und die Verdauungszellen, in denen der Pilz nach oft heftiger Gegenwehr schließlich der Übermacht der Pflanzenzelle erliegt und verzehrt wird. Das Protoplasma dieser Verdauungszellen erweist sich dabei als heimtückischen Gegner. Meist bekundet es seine Vernichtungsgelüste nicht früher, als sich die Zelle mit dichtem Pilzknäuel erfüllt hat. Aber es übt schon bald nach dem Eindringen des Pilzes seine korrumpierende Wirkung aus. In dem üppigen, für ihn von Nahrung erfüllten Zellverließe unterläßt der Pilz es, seine kräftigste Waffe, die derbe Haut, zu entwickeln. Hat er aber einmal diesem Schutze entsagt, so entflieht er dem Grabe der Zelle nie mehr. Er wird, freilich nach großen Anstrengungen seitens der Zelle, getötet, im wahren Sinne des Wortes verdaut, seine für die Pflanze unbrauchbaren Teile aber werden ausgeschieden. Der Verdauungsvorgang ist durchaus dem der insektenfangenden Pflanzen zu vergleichen, mit dem einzigen Unterschiede, daß die Verdauung bei letzteren außerhalb der Zellen, beim Vogelnest in ihnen stattfindet.

Von diesen Verdauungszellen ringsum eingeschlossen und von der Außenwelt und dem inneren Wurzelstrange abgetrennt liegen die Zellen, in denen der Pilz die Oberhand behält und normalerweise nie stirbt, die Pilzwirtzellen. Hier fügt die Zelle sich in kurzer Zeit der Übermacht des Pilzes, der vorsichtigerweise seinen Hautpanzer nicht wie in den Verdauungszellen ablegt; sie wird zwar nicht getötet, denn der Pilz will sich mit ihrer Hilfe ja ernähren, muß es sich aber gefallen lassen, daß der Eindringling sie allseits mit feinen Pilzfäden (Hyphen) durchzieht und aussaugt. In diesen Zellen vermag dann auch der Pilz die stärkeren Rindenhyphen auszubilden, Organe, die den Tod der Pilzwurzel im Herbste überleben und auch wohl geeignet erscheinen, außerhalb der Pflanze die Strapazen des Winters zu überdauern, bis sie im Frühling einen neuen Wirt finden. So erlangt der Pilz bei dieser Lebensgemeinschaft in einigen Zellen seine Nahrung, Schutz und Sicherheit der Fortpflanzung, muß aber dafür in den anderen einen Teil seiner selbst opfern. Dieses Opfer kommt der Pflanze in Form stickstoffreicher Substanz zu gute und wird von ihr durch Darbietung von Wohnung und Säften vergolten. Die beiderseitigen Vorteile lassen es erklärlich erscheinen, daß die Unbequem-

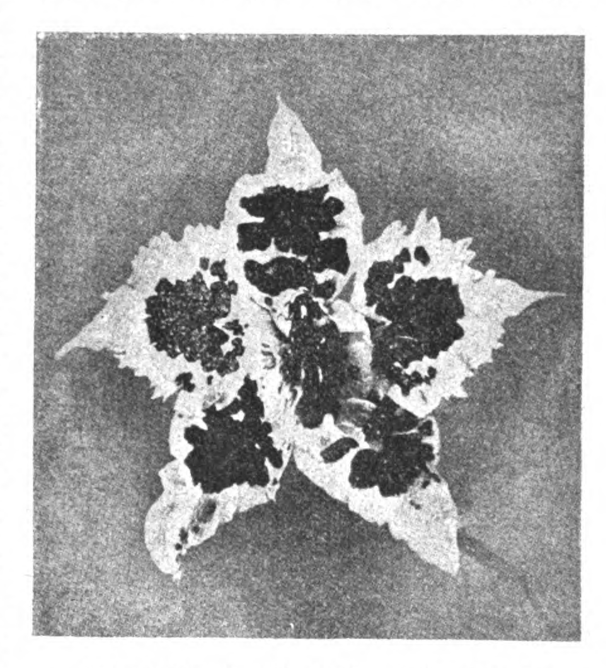
[1]) Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 35, S. 205–272.

lichkeiten in den Kauf genommen werden und der Pilz sich in den Wurzelzellen in zwei ganz bestimmte, während ihres ganzen Entwicklungsganges durchaus verschiedene Formen spaltet, welche keinerlei Übergänge untereinander zeigen.

Welchen Wert die stickstoffhaltige Pilzsubstanz für die Ernährung höherer Pflanzen besitzt, zeigt eine hübsche Beobachtung E. Stahls, die er in einer ausführlichen Arbeit über den Sinn der Mykorrhizenbildung erwähnt. In einem besonders von pilzwurzligen Gewächsen bewohnten humusreichen Kiefernwalde fand er das durch seinen starken Bedarf an Nährsalzen ausgezeichnete übelriechende Ruprechtskraut (Geranium Robertianum) in zahlreichen Rosetten vertreten, die nicht regellos umherstanden, sondern eine mehrere Meter lange, etwa halbkreisförmige Linie bildeten. Später gelang es auch, fast völlig geschlossene Kreise des Geranium mit verschiedenen Halbmessern zu finden. Alle derart angeordneten Exemplare zeigten gesunden, kräftigen Wuchs, während die außerhalb solcher Kreise stehenden Individuen kümmerlich entwickelt waren und mit ihren vergilbenden Blättern deutlich für eine ungenügende Nahrungszufuhr sprachen. Offenbar hatte der Boden in diesen Kreislinien eine kräftige Düngung erfahren, die nach dem Zentrum zu abnahm; denn auch die innerhalb des Kreises stehenden Pflanzen waren, je weiter von ihm entfernt, desto schwachwüchsiger. Der leicht zu vermutende Grund der eigentümlichen ringförmigen Anordnung des Geranium ergab sich bei einem herbstlichen Besuche des Standortes mit voller Bestimmtheit. Nicht weit von der gebogenen Geraniumlinie, in Entfernung von etwa einem Meter, stand in einem Kreis mit entsprechend größerem Radius einer der bekannten Hexenringe, gebildet von den Hüten eines mittelgroßen Blätterschwammes. Von den zahlreichen Keimlingen des Ruprechtskrautes waren also nur die recht gediehen, welche auf dem durch die verwesenden Pilze des vorigen Jahrgangs gedüngten Boden Wurzel gefaßt hatten. So bewegt sich die (pilzwurzelfreie) Geraniumkolonie, hinter der alljährlich ebenfalls weiterrückenden Pilzfront fortschreitend und von Jahr zu Jahr weitere Kreise ziehend, über den sonst spärlich und vorwiegend mit pilzwurzligen Pflanzen bestandenen Waldboden fort. Indem sie sich die Pilznahrung ebenfalls zu nutze macht, kann sie auf ungünstigem Terrain den Kampf mit den günstiger gestellten Pilzwurzlern bestehen.

Unter veränderten Lebensbedingungen müssen nicht selten auch andere Organe die Assimilation oder Nahrungsaufnahme aus der Luft übernehmen. Bei den Wüstenpflanzen, die wir in Amerika in der Familie der Kakteen, in Afrika unter den Wolfsmilchgewächsen am vorzüglichsten ausgebildet finden, hat der Stamm die Verrichtung der fehlenden Blätter übernommen und sich zu dem Zwecke mit grünem Assimilationsgewebe bekleidet. Bei manchen einheimischen Pflanzen, z. B. beim Spargel, können wir Ähnliches sehen. Die tropischen, auf der Rinde verschiedener Bäume wachsenden, nicht jedoch schmarotzenden Orchideen besitzen Luftwurzeln von eigentümlichem Bau, welche ebenfalls die Stelle der nicht vorhandenen Laubblätter vertreten und assimilieren, zugleich aber auch noch das an der Wurzelspitze von der Wurzelhülle angesammelte Wasser aufnehmen. Dennoch ist diese Anpassung keine vollkommene: den Luftwurzeln dieser Orchideen, welche häufig so prachtvolle, das Entzücken der Sammler erregende Blumen hervorbringen, fehlt sowohl das für andere Assimilationsorgane charakteristische, vor Austrocknung schützende Palisadengewebe als auch die Menge der Spaltöffnungen, mittels derer das Blatt in Verbindung mit der Atmosphäre tritt und durchlüftet wird.

Zu den Epiphyten oder Überpflanzen gehört auch ein großer Teil der durch merkwürdige Ernährung ausgezeichneten Krug- oder Kannenpflanzen. Sie sind besonders auf den Inseln



Seltene Orchidee, für welche 750 Pfund Sterling geboten sind. Odontoglossum crispum.

des Indischen Ozeans zu Hause, in den Gewächshäusern unserer botanischen Gärten stets vertreten und mit einer Art, der in den Mooren der südlichen Unionsstaaten wachsenden Krugpflanze (Sarracenia purpurea), seit 1883 auf mehreren Sümpfen auch in Deutschland eingebürgert. Die Lebensweise der südostasiatischen Kannenpflanzen (Nepenthes), bisher meist nur an Gewächshausexemplaren studiert, ist von dem belgischen Botaniker G. Clautriau[1]) in ihrer Heimat an wildlebenden Pflanzen untersucht worden. Die Spitze der Blattspreite ist bei dieser Pflanzengattung, von der man ungefähr 40 Arten kennt, zu einer förmlichen Kanne umgebildet, die gegen 15 Zentimeter Höhe erreicht, bei manchen auf Borneo vorkommenden Arten sogar 30 Zentimeter und ausnahmsweise bis $^1/_2$ Meter Höhe erlangt. Die noch nicht ausgewachsenen Kannen sind durch einen Deckel ge-

[1]) Naturwissenschaftliche Rundschau, XVI. Jahrgang, Nr. 1.

schlossen; dieser öffnet sich später und läßt das Innere der Kanne dem Besuche der Insekten frei, welche durch die blumenartig bunte Färbung und die honigähnliche Ausscheidung am oberen Rande verführt werden, sich hineinzustürzen. Sobald das honigsaugende Tierchen die mit einem feinen glatten Wachsüberzuge versehene Innenseite der Falle betritt, gleitet es auf der abschüssigen Fläche aus und stürzt in die Kanne hinab, deren unterer Teil mit einer Flüssigkeit gefüllt ist. Selbst wenn es dem unglücklichen Opfer in einzelnen Fällen gelänge, an den glatten Seitenwänden empor zu klettern, so würde sein Entrinnen doch an der Palisadenreihe der an dem oberen, einwärts gerollten Rande stehenden, abwärts gekehrten Stacheln scheitern: aus dieser Mördergrube gibt es kein Entkommen.

Die Flüssigkeit in den Kannen ist farblos und etwas klebrig. Sie besitzt einen sehr schwachen, an gewisse Honigsorten erinnernden Geruch, der sich verstärkt, wenn sie Insekten einschließt. Sie ist geschmacklos und bildet, wenigstens solange die Kannen geschlossen sind, ein erfrischendes Getränk. Dennoch ist sie keineswegs harmlos: das getötete



Kannenpflanze (Nepenthes).

Insekt wird bis auf die Chitinhülle völlig verdaut. Dabei bleibt die Flüssigkeit klar und durchsichtig, nimmt auch keinen üblen Geruch an, so daß von Fäulnis keine Rede sein kann. Als Clautrian eine Kanne mit sterilisiertem Eiweiß fütterte, wurden ziemlich beträchtliche Mengen in zwei Tagen aufgenommen. Eine andere verdaute in 14 Tagen nicht weniger als 32·5 Kubikzentimeter Eiweiß, und es wurde der Stickstoff des Eiweißes nachweislich wirklich von der Pflanze resorbiert. Sie wird also im stande sein, auf diese Weise den Stickstoff, den sie als Überpflanze dem Boden nicht entnehmen kann, größtenteils durch tierisches Eiweiß zu ersetzen.

In den Wäldern Javas, die an vielen Orten ziemlich insektenarm sind, machen die Nepentheskannen nicht so viele Beute wie auf anderen Inseln, und unser Forscher hält es für möglich, daß die Pflanze selbst durch das unaufhörliche Einfangen von Insekten langsam die Gegend, welche sie bewohnt, entvölkert habe. In dem Kanneninhalt entdeckte Clautrian auch zwei lebende Insekten, die von der Verdauungsflüssigkeit nicht angegriffen werden, sondern ihren ganzen Entwicklungsgang in der Kanne durchmachen. Das eine derselben ist eine Fliegenart. Die gleiche Entdeckung hat man schon früher in den Kannen der oben erwähnten Sarracenia gemacht. Es handelt sich in diesen Fällen um eine „Gegenanpassung“, wie wir eine solche an unserem eigenen Magen besitzen, dessen Schleimhaut allein von dem alles Organische verdauenden Magensaft nicht angegriffen wird. In den Kannen- und Krugpflanzen sehen wir in höchster Vollendung, was unsere insektenfangenden Sumpfpflanzen, die Sonnentauarten und das Fettkraut, in beschränkterem Maße zeigen: die Aufnahme fertiger organischer Nahrung als Ersatz für die nicht oder schwer erreichbaren anorganischen Bestandteile derselben.

Das Gegenteil der eben geschilderten Erscheinung, nämlich Pflanzen — allerdings nur niedrigster Art — im Magen von Tieren und Menschen, ist längst bekannt. Es finden sich z. B. in unserem Magen Fadenpilze, Sproßpilze, Bakterien und Spaltpilze. Kürzlich aber hat Dr. A. Kuhn in den Magenauswürfen dreier Kranken grüne, lebensfähige Pflanzenkeime entdeckt, die sich als Algen erwiesen, die niedrigsten sich selbständig, nicht auf Kosten anderer Wesen ernährenden Pflanzengebilde. Er fand unter dem Mikroskop außer dunkelgrünen, runden, mit Ausläufern und Fortsätzen versehenen algenartigen Gebilden noch größere, gleichmäßig hellgrün gefärbte Zellen, die sich im Brutschrank bei 37° C., der Körperwärme, zu einem dichten dunkelgrünen Rasen von Zellen der zweiten Art entwickelten. Einige Tropfen Salzsäure, die er der Kultur zusetzte, um die sich gleichzeitig entwickelnden Hefepilze zu hemmen, schadeten den grünen Zellen durchaus nicht; sie werden also auch den Salzsäuregehalt des Magensaftes ohne Schaden ertragen.

Aus der niederen Pflanzenwelt.

Nicht ohne Ursache war Aphrodite den Griechen die Schaumgeborene: Leben und Liebe scheinen sich in der Tat zuerst in den Wogen des Meeres geregt zu haben, wo die niedrigsten Organismen noch heutzutage in einer unvergleichlich größeren Fülle und Schönheit hausen als auf dem Trockenen. Wieviel selbst so kleine und flache Meeresbecken wie die deutschen Anteile der Nord- und Ostsee an merkwürdigen Formen aus der niederen Pflanzenwelt bergen, hat Prof. J. Reinke aus Kiel in einem Vortrage über „Die Pflanzenwelt der deutschen Meere“ geschildert.[1])

Beide Meere unterscheiden sich wesentlich voneinander. Die Ostsee entbehrt der Ebbe und Flut, durch welche der Strandgürtel in der Nordsee periodisch trocken läuft, und steht letzterer an Salzgehalt beträchtlich nach. Der Salzgehalt der Nordsee beträgt an der Oberfläche wie in der Tiefe gleichmäßig etwa 3·5%; in der Ostsee wechselt er beträchtlich, indem er im östlichen Teile oben und unten nur 0·5—0·7%, im westlichen aber unten stärker als oben ist, bei Kiel z. B. in der Tiefe $2^1/_2$, an der

[1]) Gehalten im Institut für Meereskunde zu Berlin, veröffentlicht im Globus, Bd. 80 (1901), Nr. 2 und 3.



Oberfläche $1^{3}/_{4}\%$. Außer dem Salzgehalt und den Gezeiten ist für die Vegetation die geologische Beschaffenheit des Meeresgrundes von Wichtigkeit. Fester Fels befindet sich nur bei Helgoland und an der Nordküste von Rügen. Alles übrige ist Diluvialboden mit neuzeitlichen Anschwemmungen an den Küsten. Neben weit ausgedehnten Sandflächen finden sich weniger umfangreiche Lager von blauem Ton und, namentlich in der Ostsee, vielfach mächtige Bänke erratischer Granitblöcke, welche oft Felsen von ansehnlicher Größe enthalten. Die tiefen Rinnen zwischen den Sandflächen und den Steingründen sind erfüllt von meistens dunkel gefärbtem Schlick, der hauptsächlich aus einer Mischung von aufgeschwemmter toniger Erde mit verwesenden organischen Resten besteht.

Die größeren auf diesem Boden lebenden Gewächse zerfallen in zwei Gruppen, deren eine zu den Blütenpflanzen oder Phanerogamen, deren andere zu den Tangen oder Algen gehört. In der ersten Gruppe kommen für das Vegetationsbild nur zwei Gewächse, das große und das kleine Seegras (Zostera marina und nana) in Betracht, letzteres an flacheren Stellen, ersteres in meist dichten Rasen von der Nähe der Küste bis zu 20 Meter Tiefe. Das Seegras besitzt einen kriechenden, zahlreiche Wurzeln in den Boden einbohrenden Stamm, aus dem sich die langen, schmalen, bandförmigen Blätter erheben, und gedeiht vorzugsweise auf weichem Sand und Schlammboden, aber auch auf manchen Steingründen in der freien Ostsee. Seine Blattwälder bilden den Tummelplatz einer reichen Tierwelt, unter der die Seenadel, ein 20 Zentimeter langer, das Seegrasblatt an Breite kaum übertreffender Fisch von grüner Farbe, sich zwischen den ihm ähnlichen Blättern leicht verbergen kann und dadurch einen Schutz vor seinen Verfolgern genießt. Wo das Seegras in der Ostsee auf hinreichend flachen Stellen wächst, wird es abgemäht, mit Harken an den Strand gezogen, wie Heu getrocknet und als Packmaterial, zum Stopfen von Matratzen und Polstermöbeln verwendet.

Den zu den Kryptogamen gehörigen Tangen fehlen die echten Wurzeln, weshalb sie sich auf weichem Boden nicht anzusiedeln vermögen. Sie befestigen sich mittels runder Haftscheiben an Steinen, Muscheln, Pfählen und anderen festen Gegenständen, zu denen auch andere Algen und das Seegras gehören, und verwachsen fest mit ihrer Unterlage. Von der Haftscheibe aus flutet der eigentliche Körper der Alge, der Thallus, frei im Wasser, aus dessen gelösten Mineralstoffen er mit seiner ganzen Oberfläche Nahrung schöpft, um sie mit Hilfe des Lichtes zu assimilieren. Da die Tange also für ihre Ernährung ebenso wie das Seegras auf das Licht angewiesen sind, so können auch sie sich nicht allzusehr in die Tiefe wagen. Nur ausnahmsweise gehen sie in den deutschen Meeren noch tiefer als das Seegras, und in keinem Meere in mehr als 300 Meter Tiefe. Während bei allen Festlandpflanzen das grüne Chlorophyll allein die Assimilation besorgt, gibt es bei den Algen vier verschiedene derartige Farbstoffe, die sich auf vier systematisch verschiedene Tanggruppen verteilen: die Grünalgen, die tiefer lebenden Braun- und Rotalgen und die eine untergeordnete Rolle spielenden blaugrün gefärbten. Wie artenreich die Algenflora ist, ersehen wir daraus, daß den wenigen Phanerogamen der Ostsee mehrere hundert Algenarten gegenüberstehen, deren Sammeln und Studium mit weit mehr Schwierigkeiten verknüpft ist als das Botanisieren auf festem Lande.

Die Verbreitung der Pflanzen auf dem Meeresgrunde richtet sich nach der Beschaffenheit des Bodens und dem Salzgehalte des betreffenden Meeresteiles. Während die Algen außer auf den oben genannten Gegenständen auch noch auf den Schollen von festem blauen Ton haften, das Seegras sogar noch auf weichem Sande und selbst auf Schlammboden wächst, ist der schwärzliche, Mudd genannte Schlick, der in der westlichen Ostsee reichlich zwei Drittel des ganzen Grundes bedeckt, vegetationslos zu nennen, wenn man nur an die größeren, mit Händen zu greifenden Pflanzen denkt. Dieser Schlick besteht zum großen Teile aus organischen Resten, die verfaulend Schwefelwasserstoff frei werden lassen, und das ist wohl der Grund, weshalb innerhalb der Schlickmulden selbst größere Granitblöcke unbewachsen bleiben. Dennoch ist der Schlick nicht ohne Pflanzenleben. Er sowohl wie der weiche, sonst nicht bewachsene Sand trägt überall einen dünnen Überzug mikroskopisch kleiner einzelliger Kieselalgen oder Diatomeen, deren Zellen an seiner Oberfläche umherkriechen und gegen den giftigen Schwefelwasserstoff offenbar gefeit sind. Die Diatomeen spielten, wie die von ihnen hinterlassenen, nicht selten ziemlich mächtigen Lager ihrer Schalen, die Infusorienerde oder die Kieselgur, zeigen, in den Gewässern der Vorzeit eine hervorragende Rolle. An den flacheren Stellen gesellen sich ihnen noch weiße, spinnwebartige Überzüge der Fäden von Beggiatoa-Arten, einem zu den Schwefelbakterien gehörenden Pflanzentypus, die auf der niedersten Stufe organischen Lebens stehen, da ihr Protoplasma es noch nicht einmal zur Bildung eines Zellkernes gebracht hat. Ihnen dient das sonst so giftige Gas sogar zum Lebensunterhalte. Während bei allen höheren Organismen die Atmung den Zweck hat, im Protoplasma ihrer Zellen organische Verbindungen, wie Stärke, Fette, Eiweiß, zu Kohlensäure zu verbrennen, beruht die Atmung der Beggiatoen darauf, daß sie den von außen in ihr Protoplasma eindringenden Schwefelwasserstoff zu Schwefel und diesen weiter zu Schwefelsäure oxydieren, dadurch unschädlich machen und Nutzen aus ihm ziehen.

Eine Alge, eine winzige Schwester des bekannten Blasentangs, ist es, welche bis vor kurzem den Botanikern ein Rätsel aufgab. Auf der Oberfläche kleiner stehender Gewässer, Tümpel und Pfützen erblickt man bisweilen einen gelbbraunen Anflug, der bei gewisser Lage des Auges einen wunderschönen Goldglanz ausstrahlt. Prof. Molisch, dem dieser Anflug in einem Gewächshause der deutschen Universität zu Prag in den Untersätzen der Blumentöpfe häufig aufgefallen war, untersuchte ihn und fand, daß er aus mikroskopisch kleinen



kugeligen oder länglichen Organismen besteht, die mit einem Wimperchen oder einer Geißel versehen sind und an einer Seite einen braunen Farbstofffleck besitzen. Bei 600facher Vergrößerung erreicht dieser an der Grenze von Tier- und Pflanzenwelt stehende Organismus erst die Größe einer Erbse. Wenn diese von den Zoologen zu den Geißeltierchen, einer Infusoriengruppe, von den Botanikern zu den Algen gerechneten Gebilde auf dem Wasser schwimmen, so sind sie mit einem sehr kleinen Stielchen auf dem Wasserspiegel gewissermaßen befestigt. Einseitig beleuchtet, ordnen sie sich alle so, daß der braune Farbstoff die von der Lichtquelle abgewandte Seite des Kügelchens einnimmt. Die auffallenden, beim Eintritt in die Zellen gebrochenen Lichtstrahlen werden von der braunen Farbenrückwand zurückgeworfen oder reflektiert und gelangen nach abermaliger Brechung in die Luft zurück, wo sie dem Auge bei richtiger Stellung als Goldglanz erscheinen. Auf derselben Ursache, der Reflexion des Lichtes durch den Chlorophyllkörper, beruht das schöne smaragdgrüne Licht, welches der in Felshöhlen der deutschen Mittelgebirge wachsende Vorkeim des „Leuchtmooses" ausstrahlt. Auch Pilze und Pilzfäden leuchten bekanntlich im Dunkeln, noch unbekannt, aus welchen Ursachen. Man nimmt an, daß diese Phosphoreszenz mit der Lebenstätigkeit der Pilze, und zwar im besonderen mit der Atmung in engem Zusammenhange steht. Eine interessante Beobachtung über dieses von den Pilzen auch auf Tiere übertragbare Leuchten berichtet F. Ludwig.

Dieser Botaniker suchte am 1. September 1900 zur Nachtzeit einen bei Greiz gelegenen, mit hallimaschkranken Fichten bestandenen Waldschlag auf, der ausgerodete und in Klaftern aufgeschichtete Wurzelstöcke solcher kranken Bäume aufwies. Der Hallimasch (Agaricus melleus) ist ein Pilz, dessen Fäden (Mycelien) in den Wurzeln und auch den unteren Stammteilen von Bäumen schmarotzen. Die von seinem Pilzmycel durchwucherten Holzpartien zeigen im Dunkeln eine prächtige Phosphoreszenz, und diese Erscheinung bot sich Prof. Ludwig und seinen Begleitern an den ausgerodeten Wurzelstöcken dar. Mit Stücken des leuchtenden Holzes versehen trat man den Rückzug an und bemerkte auf dem Heimwege von anderen Personen verlorene leuchtende Splitter am Boden und dazwischen eine Stelle auf der Erde, die sich durch ganz besonders starkes Licht auszeichnete. Bei näherer Betrachtung stellte sich heraus, daß dieses Leuchten von einem Tausendfüßler ausging, von dem auch bald ein zweites Exemplar gefunden wurde, das ebenso intensiv leuchtete und seine Phosphoreszenz selbst der Schachtel, in der es nach Hause transportiert wurde, mitteilte. Leuchtende Tausendfußarten sind aus verschiedenen Gegenden der Erde bekannt. Während man aber bisher annahm, daß diese Tierchen ihre Leuchtsubstanz aus eigenen drüsenartigen Organen absondern, zieht Ludwig aus seinen Beobachtungen den Schluß, daß das Leuchten bei der von ihm gefundenen Art von äußeren Umständen abhängt und nicht einem besonderen Leuchtorgan entstammt. Er hält es für sehr wahrscheinlich, daß die phosphoreszierende Substanz, welche in dem Hallimaschgewebe vorhanden ist und auch die Lichtfäule des Holzes erzeugt, in dem tierischen Körper fortleuchtet, was sich dadurch erklären lasse, daß die in dem lichtfaulen Holze lebenden Tiere von dem leuchtenden Pilzmycel oder von dessen Ausscheidungen gefressen haben.

Die Pflanzenseele.

„Die Pflanzen wachsen und leben; die Tiere wachsen und leben und fühlen." In diesem Satze versuchte der große Linné einen Grundunterschied zwischen den beiden organischen Reichen festzustellen. Das von ihm der Tierwelt zugeschriebene Merkmal des Gefühls hat sich jedoch ebensowenig stichhaltig erwiesen wie die übrigen Unterschiede, durch welche man Tier- und Pflanzenreich zu trennen suchte. Das ist leicht erklärlich, da der Urgrund beider Reiche derselbe ist, sie an der Wurzel noch eng zusammenhängen, und der Streit, was Tier, was Pflanze sei, bei den niedersten Lebewesen immer wieder ausbricht. Während dem unbefangenen Volksempfinden die Pflanze stets als beseelt galt, sprach ihr die Wissenschaft jahrhundertelang psychische Regungen völlig ab, und erst die Philosophie des XIX. Jahrhunderts hat Linnés Unterscheidung angefochten. Die Botanik bietet gegenwärtig eine Menge von Tatsachen, welche uns einen Einblick in das Wesen der Pflanzenseele gestatten. Die Reizbarkeit des Protoplasmas ist in der Pflanze genau so gut vorhanden wie im tierischen Organismus. Sie zeigt sich z. B. in dem sogenannten Heliotropismus, der Lichtempfindlichkeit der Gewächse, welche bewirkt, daß sie sich der Lichtquelle aus eigener Kraft zuwenden, in den instinktiven Bewegungen der Schlingpflanzen, durch welche sie ihre Stütze suchen, ergreifen und umschlingen, in der hochentwickelten Empfindlichkeit mancher Gewächse gegen die leiseste Erschütterung, gegen den geringsten Druck, gegen chemische Reize. Frei bewegliche Pflanzen und Organe, wie Algen, Spaltpilze, Samenfäden von Farnen und Moosen, lassen sich durch zusagende Nahrungsstoffe, z. B. Rohrzucker, in ähnlicher Weise wie Bakterien anlocken, da sie die Bewegungsfreiheit nicht eingebüßt haben. Das Blatt des insektenfangenden „Sonnentau" (Drosera) empfindet noch den Reiz von drei Milliontel phosphorsauren Ammoniaks, und die als „Sensitive" bekannte Mimose wird durch Annäherung eines mit Chloroform getränkten Wattebausches sogar in Narkose versetzt, wobei die Blätter die Lichtempfindlichkeit verlieren und in Schlafstellung übergehen. Die Grundfunktion alles seelischen Lebens, der Wille, aus dem Gefühl und Verstandestätigkeit wie Blatt und Blüte aus der Wurzel hervorsprießen, ist in der Pflanzenwelt nicht minder stark entwickelt wie im Reiche der Tiere. Die Äußerungen dieser Willenstätigkeit bieten manchmal etwas Überraschendes.

Hier sehen wir eine alternde, dem Zusammenbruche nahe Kopfweide. Nur einzelne Längsstreifen der Rinde und des Splintholzes erscheinen noch lebensfähig; dennoch kann sie sich nicht vom Dasein trennen. Es beginnt an den noch lebensfähigen Teilen eine lebhafte Bast- und Holzbildung; das Holz umwächst durch Überwallung die noch stehenden älteren Teile des Splintholzes. Nach einigen



Jahren berühren sich die beiden Ränder der Überwallung, nachdem das alte, ursprüngliche Splintholz durch Verwitterung den Zusammenhang mit etwa noch dahinterliegendem älteren Stammholz verloren hat, und ein neues Stämmchen ist entstanden, das sich später ganz vom Verbande des Hauptstammes loslösen und normales Dickenwachstum zeigen kann. Ein anderes Beispiel energischer Willenstätigkeit berichtet die „Schweizer. Zeitschrift für Forstwesen". Bekanntlich gehen sehr viele Baumarten ein, wenn die Erde um ihren Stammfuß erhöht und dadurch der untere Teil der Rinde verhüllt wird. Eine Fichte am Eistlenbach war durch den Schlamm, welchen das Gewässer bei Schneeschmelzen und Regengüssen ausgeschwemmt hatte, bis zu beträchtlicher Höhe vergraben worden, ohne abzusterben. Als der nachher eingedämmte Bach später mehr Geschiebe wegschwemmte als aufschüttete, kamen die früher vergrabenen Teile des Fichtenstammes wieder zum Vorschein, und nun zeigte sich, daß der Baum nach jeder Erhöhung des Terrains in dessen oberster Schicht sogenannte Adventivwurzeln getrieben hatte. Manche Bäume, wie die Roßkastanie und die Platane, helfen sich regelmäßig in dieser Weise, andere, wie die Buche, gehen ein.

Die auffallenden Bewegungen der Mimosenblätter, das blitzschnelle Zusammenklappen des Blattes der Venusfliegenfalle, wenn sich ein Insekt darauf niederläßt, die Reizbarkeit der Staubfäden der Kornblume, welche sich, bei der leisesten Berührung durch den saugenden Bienenrüssel, aus ihrer bogigen Stellung geradestrecken: sie alle zeigen, daß auch bei den Pflanzen die an einem Punkte empfundenen Reize nach entfernteren Stellen des Pflanzenleibes fortgepflanzt werden und hier Bewegungen auslösen können. Es muß also auch die Pflanze etwas unseren *Nerven Entsprechendes* besitzen, und heute wissen wir, daß das Protoplasma einer lebenden Pflanzenzelle mit dem ihrer Nachbarn durch unendlich feine Plasmafäden zusammenhängt und daß diese Verbindungen den Reiz von einer Zelle zur anderen fortpflanzen können.

In der Tierwelt wird ein Reiz, Licht, Wärme, Druck, Duft u. s. w., gewöhnlich durch ein *Sinnesorgan* dem Nervensystem zugänglich gemacht. Auch die Pflanze besitzt, wie G. *Haberlandt* kürzlich eingehend nachgewiesen hat,[1]) gewisse für die Aufnahme des Reizes geeignete Einrichtungen. Diese lassen sich im allgemeinen mit dem Tastsinne der Tiere vergleichen, nur mit dem Unterschiede, daß die zum „Tasten" erforderliche Beweglichkeit des betreffenden Organs bei den Pflanzen nur in einigen Fällen vorhanden ist. Eine solche zeigen z. B. die Ranken des Weinstockes und anderer Klammerpflanzen, welche, gleichsam begierig nach einer Stütze suchend, so lange kreisende Bewegungen ausführen, bis sie einen geeigneten Gegenstand erfaßt haben. Die Sinnes- oder Tastorgane im Pflanzenreich sind entweder nur gewisse, eigentümlich gebaute dünnwandige Stellen einer einzigen Zelle, wie die Fühltüpfel bei der Kürbisranke, oder zartgebaute Hervorwölbungen, Papillen an den Außenseiten der Oberhautzellen, die *Haberlandt* als Fühlpapillen bezeichnet und an sensiblen Staubfäden findet; ferner Fühlhaare und kräftiger gebaute Fühlborsten, wie sie z. B. auf der inneren Blattfläche der Venusfliegenfalle stehen.

Aus dieser Reizbarkeit der Pflanze, welche eine Verbindung und ein Verhältnis zwischen ihr und ihrer Umgebung, selbst der sie nicht unmittelbar berührenden, ermöglicht, schloß vor 50 Jahren schon *Schopenhauer* sehr vorsichtig, daß die Pflanzen zwar noch kein Bewußtsein der Außenwelt hätten, aber daß doch etwas einem solchen Bewußtsein Analoges, ein dumpfer Selbstgenuß, bei ihnen vorhanden sei. Und *Häckel* sagt ähnlich: „Den Pflanzenzellen können wir psychische Funktionen so wenig wie den Tierzellen absprechen. Freilich ist die spezielle Mechanik, die Ursache der Bewegung bei den einzelnen Pflanzen eine ganz andere als bei der Muskelbewegung der Tiere. Aber diese wie jene sind nur verschiedenartige Entwicklungsformen der *Zellseele*, sind beide aus der Mechanik des Protoplasmas hervorgegangen."

Mag man nun über *Häckels* Ableitung der seelischen Regungen denken, wie man will: sicher ist es, daß die tiefsten Stufen, die Fundamente all der mannigfaltigen seelischen Regungen, die wir im eigenen Innern finden, schon in der Pflanze schlummern, so daß sie nicht nur wegen ihres Nutzens und ihrer Anmut, sondern auch aus diesem Grunde so viel wie möglich Schutz und Schonung unserseits verdient.

Im Dienste des Menschen.

Als mächtige Helfer im Ringen nach Gesittung und Wohlstand haben sich dem Menschen seit seinen frühesten Anfängen die *Nutz- und Nährpflanzen* erwiesen. Gleich manchen Tierarten haben einzelne von ihnen im Dienste des Menschen die Freiheit und Selbständigkeit bis zu dem Grade eingebüßt, daß ihre wilden Stammformen völlig erloschen sind, ja daß sie selbst die Fähigkeit der geschlechtlichen Fortpflanzung verloren haben. Der ihnen dafür gewährte Schutz ist leider vielfach sehr unvollkommen. Witterung, Tier und Pflanze wüten wetteifernd gegen unsere Pfleglinge.

Zu den schlimmsten Schädigern vieler unserer Kulturen gehören die niederen Pilze. Das Verderben, welches ein *Kaffeepilz* vor Jahrzehnten über die Kaffeeplantagen Ceylons brachte, droht jetzt auch Mittelamerika heimzusuchen. Noch vor wenigen Jahren erfreuten die Kaffeepflanzer des Bezirkes Matagalpa in Nikaragua sich eines bedeutenden Wohlstandes, bis eine plötzlich hereinbrechende Erkrankung der Kaffeebäume einen Teil der Plantagen vernichtete und die Besitzer zum Aufgeben derselben zwang. Ein Pilz (Stilbum flavidum), der ursprünglich wohl auf Waldbäumen vegetierte, befällt die Oberseite der Blätter, die Früchte und Fruchtstiele der Kaffeepflanze und breitet sich in rundlichen Flecken aus, weshalb er in Nikaragua Ojo de gallo, Hühnerauge, heißt. Sein verheerendes Auftreten fällt gewöhnlich mit dem Eintritt der Regenzeit zusammen, während er mit

[1]) Sinnesorgane im Pflanzenreich zur Perzeption (Wahrnehmung) mechanischer Reize. Leipzig 1901.



Beginn der Trockenzeit wieder abnimmt. In das Ende der letzteren, wenn schon die ersten Regen fallen, trifft die Blütezeit des Kaffees in Matagalpa. Sind die Früchte beim ersten Auftreten des Pilzes schon etwas weiter entwickelt, so vermag er sie meistens nicht mehr zu vernichten; befällt er aber die noch ganz jungen Früchte,, so geht die ganze Ernte verloren. Da der Pilz Schatten und Feuchtigkeit liebt, so gewährt das Fällen der Schattenbäume, unter denen der Kaffee, ursprünglich auch eine Waldpflanze, am besten gedeiht, die beste Abhilfe; aber es ist ein zweischneidiges Mittel, da die Kaffeebäume bei starker Besonnung sich übertragen und nach einmaliger reicher Ernte erschöpft sind. Der Pilz tritt auch in den übrigen amerikanischen Kaffeeländern auf, läßt sich aber durch rechtzeitiges Einschreiten in angemessenen Grenzen halten; daß er in Mittelamerika so viele Plantagen zerstört hat, ist der Unachtsamkeit der dortigen Pflanzer zuzuschreiben, welche die Krankheit im Entstehen vernachlässigt haben. [1])

Die praktischen Amerikaner begnügen sich nicht nur damit, die Produkte ihres Weltteils in Massen für die Ausfuhr zu stellen, sondern suchen sich auch nach Möglichkeit durch Einführung der ausländischen Nutztiere und Kulturpflanzen von der Tributpflichtigkeit an fremde Erdteile zu befreien. Von den Farmen Kaliforniens aus werden wir mit Obst, Wein, Straußenfedern überschwemmt, und nicht lange wird es dauern, so werden **kalifornische Feigen** den echten Smyrnafeigen den Markt streitig machen. Schon mehrere Jahrzehnte bemühte man sich drüben, neben geringeren Feigensorten auch die Smyrnafeige im großen zu kultivieren; aber diese Versuche scheiterten daran, daß man die Bedingungen der Befruchtung dieses edlen Obstes außer acht ließ. Die Smyrnafeige trägt nämlich nur weibliche Blüten, welche zu ihrer vollen Ausreifung der Bestäubung durch Pollen von der wilden oder Geisfeige, dem sogenannten Kaprifikus, bedürfen. In den Blütenständen der Geisfeige befinden sich oben männliche, unten weibliche Blüten. Die letzteren bilden jedoch keine Früchte, sondern — nach Anstich durch gewisse Gallwespen — Gallen. Die aus letzteren auskriechenden Gallwespen besuchen zunächst die männlichen Blüten der Geisfeige, bestäuben sich hier mit Pollen und übertragen diesen alsdann auf die weiblichen oder Stempelblüten der Kulturfeige. Ein anderes Insekt scheint diesen Befruchtungsvorgang nicht vermitteln zu können; denn als man im Jahre 1886 zum Zwecke der Kaprifikation (Feigenreifmachung) Geisfeigen nach Amerika verpflanzte, blieb der Erfolg trotzdem aus, da man mit den Stecklingen keine Gallinsekten hinüberbekommen hatte. Mittels künstlicher Befruchtung, der Übertragung des Pollens auf die Smyrnablüten durch Menschenhand, glückte es allerdings, reife Feigen zu erzielen; doch war dieser Weg zu mühsam und zeitraubend. Seit 1891 machte man auch Versuche, das kaprifizierende Insekt hinüberzubringen, es gelang jedoch nicht, die hinübergebrachten Wespen zur Vermehrung zu bringen, da man ihre verwickelten Existenzbedingungen nicht kannte. Die Geisfeige reift nämlich dreimal im Jahre, im Frühjahr, im Spätsommer und mit einer dritten, im Herbst entstehenden und auf den Bäumen überwinternden Generation, und dementsprechend besitzt auch die Gallwespe drei Generationen, von denen die dritte in der Wintergeneration der Geisfeigen überwintert, während die beiden ersten absterben. Die nicht von Wespen bewohnten Feigen fallen sämtlich unreif ab, die das Insekt bergenden werden sämtlich groß, dick und schön, haben allerdings keinen angenehmen Geschmack und werden als ungenießbar bezeichnet.

Schon war alle Hoffnung auf das Gelingen der Kaprifikation in Amerika aufgegeben, als im Jahre 1898 eine Sendung Geisfeigen, und zwar die überwinternde Herbstgeneration, aus Algier eintraf, welche im nächsten Frühling sich vermehrende Insekten ergab. Bald bemerkte man, daß manche Geisfeigen an den amerikanischen wilden Stämmen nicht abfielen, also von Insekten bewohnt waren, dann gelang es, die Feigen der Herbstgeneration, die das kostbare Insekt während des Winters beherbergen, auf den Bäumen zu überwintern, und im Jahre 1900 konnten zum erstenmal die eigentümlichen Befruchtungserscheinungen beobachtet werden. Im Juni wurden, nachdem sich die Wespen auf viele Tausende vermehrt hatten, die ersten Smyrnafeigen von ihnen befruchtet, und im August und September wurde die erste, mit echt amerikanischer Zähigkeit und Ausdauer errungene Ernte, etwa 15.000 echte Smyrnafrüchte, eingeheimst. Diese kalifornischen Feigen sollen nach dem Gutachten Sachverständiger noch besser als die importierten Smyrnafeigen gewesen sein.

Wir haben in den beiden Feigenarten offenbar die durch menschliche Zucht hervorgebrachten differenten Geschlechtsformen der ursprünglichen Art vor uns; die Ziegenfeige ist der männliche, die echte Feige der weibliche Baum. Daß die Smyrnafeige die vorzüglichste Sorte des Welthandels ist, rührt höchst wahrscheinlich daher, daß sie, weil gar keine männlichen Blüten besitzend, stets auf Kreuzbefruchtung angewiesen war. Eigentümlicherweise ist bei den kaprifizierenden Insekten das Weibchen geflügelt, das Männchen flügellos, während wir sonst bei geschlechtlich unterschiedenen Arten gewöhnlich das Gegenteil treffen. [1]) Es ist also ein ziemlich überflüssiges Verfahren, wenn man, wie das in Unteritalien und Algier Sitte ist, die echten Feigen mit Zweigen der Ziegenfeige behängt, wenn letztere ihre Gallwespen entläßt.

Zu den ältesten Wohltätern des Menschengeschlechtes gehören die **Palmen**, die schon **Linné** nicht nur wegen ihrer königlichen Schönheit, sondern auch in ihrer Eigenschaft als unerschöpfliche Nutzpflanzen die Fürsten des Pflanzengeschlechtes nannte. **C. Schröter** [2]) gibt folgende Aufzählung der Dienste, welche die Palme dem Tropenbewohner leistet; sie gewährt ihm „Materialien zum Bau

[1]) Dr. Preuß, Expedition nach Zentral- und Südamerika. Berlin 1901.

[1]) Sajo, Die Kaprifikation der Feigen (Prometheus XI, 1901).

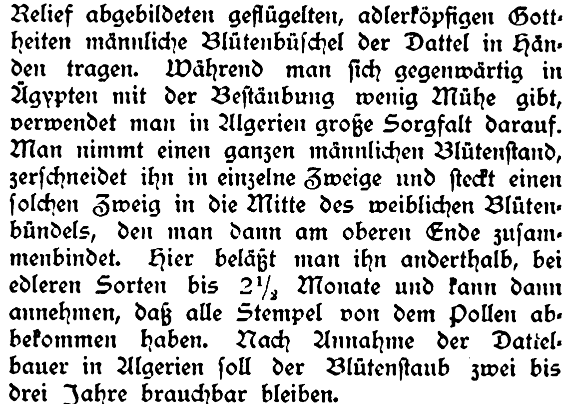
[2]) Die Palmen und ihre Bedeutung für die Tropenbewohner (Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellsch. in Zürich auf das Jahr 1901).

seiner Hütte: Pfosten, Wände, Bedachung und Jalousien; zur Verfertigung seiner Hausgeräte: Körbe, Teller, Siebe, Stuhlsitze, Matten, Wiegen, Backtröge, Wassergeschirre, Schränke, Schubladen, Polstermaterialien, Seile, Schnüre und Korkstöpsel. Sie verschafft ihm seine Kleidung, Sandalen, Hüte, mannigfache Kleidungsstücke und Schmuck. Sie speist ihn und tränkt ihn, denn sie bietet ihm stärkemehlreiche und ölreiche Früchte, nahrhafte Getränke, Gemüse, süßen Saft und Wein, Sago, Gewürz und Kaumittel. Sie dient seinem Verkehr und Handel, sie hilft ihm Brücken bauen und Schiffe lenken und läßt ihn seine Gedanken aufzeichnen, sie liefert ihm Packmaterial für Kaffee, Tabak und Zucker. Sie verteidigt ihn gegen seine Feinde und hilft ihm auf der Jagd: die mannigfachsten Waffen (Bogen, Blasrohre, Pfeile, Speere, Keulen) stellt sie ihm her."

Zwei Palmenarten gewinnen gegenwärtig für den Handel stetig wachsende Bedeutung: die Dattelpalme und die Kokospalme, beide uralte Kulturpflanzen, deren wilde Vorfahren wahrscheinlich längst ausgestorben sind. Über die Dattelpalme hat Georg Schweinfurth, der berühmte Reisende und genaue Kenner Nordafrikas, unlängst einen eingehenden Aufsatz [1]) veröffentlicht, dem wir einige der interessantesten Angaben entnehmen. Entsprechend dem arabischen Sprichwort: „Die Palme muß ihre Füße im Wasser, ihr Haupt im Feuer haben", gedeiht die Dattel nur noch bei einem Mindestmaß von 20 bis 22° C. mittlerer Jahreswärme und einer Luftfeuchtigkeit, welche 130 bis 215 Millimeter jährliche Regenmenge erzeugt. Nicht durch Samen, sondern durch Wurzelschößlinge pflanzt man die Dattelpalme fort, denn alle aus Samen hervorgewachsenen Dattelbäume liefern bezüglich der Vererbung der Merkmale ein höchst unsicheres Resultat. Die überwiegende Mehrzahl der Sämlinge ist überdies — die Dattel ist zweihäusig — männlichen Geschlechtes, also dem Züchter höchst unwillkommen. Die am Grunde jüngerer weiblicher Stämme sich bildenden Sprosse gewährleisten allein die Reinheit der Rasse und vor allem das Geschlecht; denn noch nie ist es vorgekommen, daß eine weibliche Dattelpalme einen Schößling männlichen Geschlechtes hervorgebracht hätte.

Die Dattelpalmen bewohnter Oasen bieten infolge des fortgesetzten Abschneidens aller über zwei Jahre alten Blätter — ein Brauch, der das Erklettern der Bäume erleichtert — keinen besonders schönen Anblick. In unbewohnten Oasen sich selbst überlassen, gewinnen sie dagegen mit der Zeit ein höchst malerisches, vom Kulturzustande sehr verschiedenes Aussehen. Die nicht abgeschnittenen Blätter verdichten die Kronen und hüllen einen großen Teil des Stammes in undurchdringliches Dunkel; die seitlichen Wurzelsprossen schießen unbehindert empor und umgeben als geschlossenes Dickicht jede einzelne Palme wie ein malerisches Boskett.

Von großer Wichtigkeit ist die richtige Befruchtung. Schon bei den alten Babyloniern und Assyrern sehen wir die auf großen Steintafeln in



Relief abgebildeten geflügelten, adlerköpfigen Gottheiten männliche Blütenbüschel der Dattel in Händen tragen. Während man sich gegenwärtig in Ägypten mit der Bestäubung wenig Mühe gibt, verwendet man in Algerien große Sorgfalt darauf. Man nimmt einen ganzen männlichen Blütenstand, zerschneidet ihn in einzelne Zweige und steckt einen solchen Zweig in die Mitte des weiblichen Blütenbündels, den man dann am oberen Ende zusammenbindet. Hier beläßt man ihn anderthalb, bei edleren Sorten bis $2^1/_2$ Monate und kann dann annehmen, daß alle Stempel von dem Pollen abbekommen haben. Nach Annahme der Dattelbauer in Algerien soll der Blütenstaub zwei bis drei Jahre brauchbar bleiben.

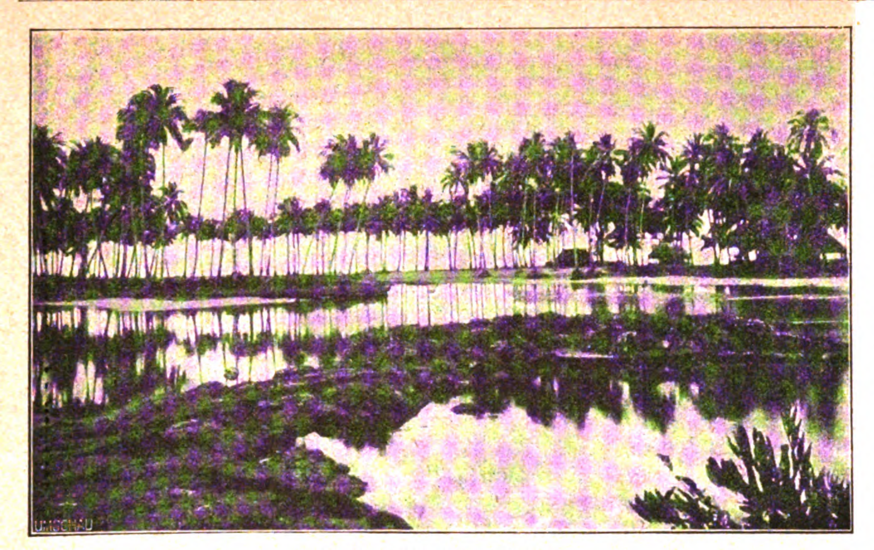
Für eine uralte Kultur spricht die große Zahl der Dattelsorten, die sich in Algerien auf 150 gut geschiedene beziffert. Für Tunesien zählt Masselot 106 verschiedene, gut charakterisierte und mit eigenen arabischen Namen bezeichnete Sorten auf, die dort von Ende Juli bis November reifen, und in der Oase Biskra werden gegen 60 mit Namen unterschieden. Die Hauptsorten legen nicht nur in der Frucht, sondern auch in den vegetativen Merkmalen des Stammes und der Blätter, in der gesamten Tracht und im Wuchs so große Verschiedenheiten an den Tag, daß der Eingeborene die Mehrzahl der Sorten seines engeren Bezirkes ziemlich sicher, auch ohne die Früchte zu sehen, unterscheidet.

Die Dattel im Zustande frischer Reife lernen wir in Mitteleuropa gar nicht kennen. Ihr Fruchtfleisch ist alsdann von fester, knorpeliger Beschaffenheit und neben aller Süße so zusammenziehendem Geschmack, daß es dem Gaumen des Europäers widersteht, während der Araber die Frucht in diesem Zustande allen übrigen vorzieht. Im zweiten Stadium des Reifezustandes, nach längerem Hängen oder Liegenlassen, wird das feste Fruchtfleisch unter Weiterentwicklung des Zuckergehaltes wie bei der Mispel weich und breiig, die Oberhaut läßt sich leicht ablösen, verbindet sich aber beim Eintrocknen fest mit der Masse. Sodann vollzieht sich, entweder am Baume oder an den abgeschnittenen Bündeln, innerhalb weniger Wochen das Austrocknen bis zu dem Grade, daß die Frucht zur Aufbewahrung oder zur Versendung fertig ist. Dabei nehmen die roten (zinnober- und karminrot oder rosa) ein dunkles Kastanienbraun, die gelben, wenn sie zu den weichen Sorten gehören, eine durchscheinende Bernsteinfärbung an.

Letztere, die Weichdatteln, zeichnen sich sämtlich durch hohen, bis zu 60% vom Gewicht der Trockenfrüchte gesteigerten Zuckergehalt aus. Beim Eintrocknen des Fruchtfleisches dieser Art Datteln fließt häufig viel überschüssiger Saft aus und bildet, in Gefäßen aufgefangen, den „Dattelhonig" der Araber. Das Fruchtfleisch selbst bleibt ein dicker, klebriger Brei. Diese Datteln kommen hauptsächlich auf den europäischen Markt, und zwar entweder an den Fruchtästen reihenweise in Kisten und Schachteln eingelegt als „Sultansdatteln" oder ohne Stiele mit den Kernen zusammengepreßt in Häuten, Schläuchen, Mattensäcken oder Krügen; in diesem Zustande lassen sie sich ein paar Jahre aufbewahren und bilden auch im Binnenhandel der Ursprungs-

[1]) Gartenflora 1902; Naturwissensch. Wochenschrift, 1902, S. 247.




Kokospalmen an einer Lagune.

länder einen Massenartikel des täglichen Verbrauches. Das eigentliche Nahrungsmittel der Araber und der übrigen Datteleſſer bilden jedoch die „Trockendatteln", welche beim Eintrocknen ganz hart werden und ihre klebrige oder breiige Beſchaffenheit völlig einbüßen.

Europäiſche Zähne wären dieſer Koſt nicht gewachſen, die Araber aber betrachten ſie als die einzigen zur täglichen Nahrung geeigneten, da die Weichdatteln wegen ihrer übergroßen Süße dem Gaumen auf die Dauer widerſtehen und nur in geringen Mengen genoſſen werden können.

Der Nutzen dieſer Palme iſt ein ganz außerordentlicher, da außer der Wurzel alle Teile Verwendung finden: die Blätter zu Geflechten, Matten, Stricken, neuerdings auch gehackt als Viehfutter, die Kerne in Ägypten als Schweinefutter, der Blattſtiel und die Mittelrippe zu Käfigen für Geflügel, Fenſtergitter, Bettſtellen, eine im Pharaonenlande ſehr verbreitete Induſtrie, der Blütenſtiel als Beſen, der Stamm zu Balken und Brücken, der Baſt zu Stricken und zu Badeſchwämmen. Den männlichen Bäumen zapft man außerdem den Palmwein ab und beraubt ſie des als Palmkohl gegeſſenen Vegetationskegels oder Herzens, welches aus einer weißen Maſſe von mandelartiger Beſchaffenheit beſteht.

Als der Menſch, aus politiſchen Gründen die Wüſtenoaſen bevölkernd, den Nutzen der dort wachſenden wilden Dattelpalmen erkannt hatte, bemächtigte er ſich ihrer in dem Maße, daß ſchließlich keine mehr herrenlos blieb und das ganze Geſchlecht unter die Botmäßigkeit und Zuchtwahl des Menſchen geriet. Daher erklärt ſich das allmähliche Ausſterben der wilden Stammform, die wahrſcheinlich eine dem Wüſtenleben angepaßte Abart der „gebogenen Dattelpalme", der in den Bergländern Südafrikas heimiſchen und von da über Abeſſinien bis nach Südarabien verbreiteten Phoenix reclinata iſt.

Für die Heimat der Kokospalme galt lange Zeit Aſien, im beſonderen die ſüdoſtaſiatiſche Inſelwelt. In einer Arbeit über „Urſprung und Verbreitung der Kokospalme" weiſt O. F. Cook[1]) nach, daß alle Kokosarten, ja ſogar alle Gattungen der Palmenfamilie Cocaceae (Kokosartige) in Amerika urheimiſch und auf dieſen Weltteil beſchränkt ſind, und daß die echte Kokosnußpalme (Cocos nucifera) ſchon kurz nach der Entdeckung Amerikas in Zentral- und einzelnen Teilen Südamerikas ſtark verbreitet war, alſo kaum erſt durch die Spanier eingeführt ſein kann. Von Amerika aus muß ſie ſchon in vorgeſchichtlicher Zeit nach den Südſeeinſeln und dem malaiiſchen Archipel übertragen worden ſein, und zwar wahrſcheinlich durch den Menſchen, nicht, wie man häufig annimmt, durch Nüſſe, welche von den am Strande ſtehenden Palmen in die See fielen, von den Meeresſtrömungen an unbewohnte Inſeln getrieben wurden, dort keimten und ſo die Korallenriffe für den Aufenthalt der Menſchen vorbereiteten. Das erſcheint deshalb nicht gut möglich, weil die Kokosnuß ihre Keimfähigkeit ziemlich ſchnell verliert, gegen Feuchtigkeit, Hitze und mechaniſche Verletzung ſehr empfindlich iſt und deshalb die ungeheure Entfernung vom amerikaniſchen Feſtlande nach Polyneſien mittels der Meeresſtrömungen kaum in keimfähigem Zuſtande zurücklegen könnte. Überdies bedarf ſie zu ihrem Gedeihen einer gewiſſen Pflege, und ſelbſt wo ſie in wildem Zuſtande auf unbewohnten Inſeln vorkommt, iſt ſie ein untrügliches Zeichen dafür, daß die Inſeln bis vor kurzem bewohnt waren. Übrigens iſt die unmittelbare Nähe des Meeres nicht, wie dies gewöhnlich angenommen wird, für das Gedeihen des Baumes nötig, und Cook hält das Andengebiet von Kolumbia im nördlichen Südamerika, wo Reiſende, darunter Alexander v. Humboldt, ihn im oberen Tale des Magdalenenſtromes etwa 100 Meilen vom Meere entfernt ſahen, für die Urheimat der Kokospalme. Eine unumſtößlich ſichere Löſung der Urſprungsfrage dieſer wichtigſten Nutzpalmen wird ſich vielleicht erſt nach Entdeckung ihrer Voreltern in früheren Perioden der Erdgeſchichte geben laſſen.[2])

Daß die Kokospalme nicht hier, in ihrer Heimat, ſondern in Polyneſien als Nutzpflanze eine ſo hohe Bedeutung gewonnen hat, darf nicht wundernehmen, da den Bewohnern des amerikaniſchen Feſtlandes eine große Menge wertvoller Pflanzen — Kartoffel, Mais, Feuerbohne, Kakao, Quinoa u. a. m. — zur Verfügung ſtand, während die Südſee-Inſulaner in ihrer pflanzenarmen Heimat gezwungen waren, ſich dieſe Palme für zahlreiche Lebensbedürf-

[1]) Globus, Bd. 82, Nr. 6, Referat von Prof. Neger.

[2]) Zur Entdeckungsgeſchichte der Kokospalme. Von Prof. O. Stoll. Globus, Bd. 82, Nr. 21.

nisse nutzbar zu machen. Eine noch höhere Bedeutung, die in dem sozusagen plantagenmäßigen Anbau der Kokospalme zum Ausdruck kommt, hat sie gegenwärtig für den Welthandel erlangt. Man schätzt die Zahl der vorhandenen Kokospalmen auf 300 Millionen, ihren Ertrag auf 5 bis 6 Millionen Nüsse jährlich; den größten Teil davon verbraucht die europäische Industrie. Aus dem Kern der Nüsse, der zerschnitten und getrocknet als „Kopra" in den Handel kommt, wird Palmöl gepreßt, welches teils als Nahrungsmittel, teils zu technischen Zwecken verwendet wird. Sechs mittelgroße Nüsse geben etwa 1 Kilogramm Kopra, zu einem Zentner Öl sind 500 Nüsse nötig. Aus dem Öl wird auch die zum Braten und Backen viel benützte Palmbutter, das Palmin, fabriziert. Die Rückstände der ausgepreßten Kopra bilden als Ölkuchen ein wertvolles Viehfutter, einen kleineren Teil der Nußkerne verarbeiten die Zuckerbäckereien in geraspeltem Zustande als Ersatz für die teureren Mandeln. Die Blätter geben Material zum Mattenflechten; die die Schale umschließende zähe Faser, welche als Coir einen ziemlich bedeutenden Handelsartikel ausmacht, wird zu Tauen, Matten, Bürsten u. dgl. verarbeitet. Aus den harten Kernschalen werden, oft unter Zuhilfenahme von Holz und Metall, die verschiedensten Gebrauchs- und Schmuckgegenstände, wie Knöpfe, Stockgriffe, Zigarren- und Pfeifenspitzen, hergestellt. Kein Wunder also, daß dieser herrliche Baum heute das Wahrzeichen der Küsten aller innerhalb der Tropen gelegenen Landstriche geworden ist und stellenweise, z. B. in Florida, auch in subtropischen Gebieten heimisch wird. Auch in den deutsch-afrikanischen Besitzungen wird sein Anbau erfolgreich betrieben, und die Kopra hat in Deutsch-Ost- und Westafrika ebenso beträchtlichen Anteil an der Ausfuhr wie Kokosnüsse und Palmöl in den deutschen Südseekolonien.[1])

Während Industrie und Handel an den uralten Kulturpflanzen, auch wenn sie bisher nur örtlich beschränkt waren, einen starken Rückhalt finden und deren Ausbreitung mächtig fördern, treten sie vielen erst neuerdings als nutzbar erkannten Gewächsen wahrhaft verderblich entgegen. Spanische Chronisten aus der Zeit des Entdeckung Amerikas berichten von elastischen Bällen, deren sich die Eingeborenen Haitis zu ihren Spielen bedienten. Sie waren aus dem eingetrockneten, „Cau-cho" genannten Saft gewisser Bäume hergestellt. Für Europa wurde dieser als Kautschuk bezeichnete Saft, besonders nachdem man ihn durch Vulkanisieren widerstandsfähiger gegen Hitze gemacht hatte, wegen seiner Wasserdichtigkeit und seiner Fähigkeit, Bleistiftstriche auf Papier zu entfernen, und wegen seiner Verwendbarkeit in verschiedenen Industriezweigen bald ein wichtiger Handelsartikel.

Gegenwärtig bedroht der gewaltige, unabläßig steigende Bedarf der Elektrotechnik, der Fahrrad- und Automobilindustrie, indem er zu rücksichtsloser Ausbeutung antreibt, die Kautschukpflanzen mit völliger Ausrottung, und nur ein schnelles und gelungenes Kultivieren derselben wird dem plötzlichen Versiegen der Kautschukquellen vorbeugen können. Schon hat Zentralamerika, dessen vorzüglicher Kastilloakautschuk in Europa zuerst bekannt wurde, fast aufgehört zu exportieren. Brasilien, welches etwa zwei Drittel der Weltproduktion deckt, birgt in den Urwaldungen des Amazonasgebietes zwar noch unerschöpfliche Mengen von Kautschukbäumen, kann aber wegen des Mangels an Arbeitskräften und Verkehrswegen im Innern des Landes den Bedarf der europäischen Industrie nicht decken, und in Afrika hat der Raubbau ebenfalls schon gewaltige Lücken gerissen, obwohl der schwarze Erdteil erst seit einem Vierteljahrhundert zu den Kautschuklieferanten gehört. Diese Notlage hat eine Anzahl Staaten, England, Frankreich, das Deusche Reich und den Kongostaat, zur Entsendung von Kautschukexpeditionen veranlaßt, welche uns mit den wichtigeren Kautschukpflanzen und ihrer Lebensweise bekannt gemacht sowie Anstoß zu Anbauversuchen gegeben haben. Überall in Afrika versucht man jetzt, Kautschukkulturen ins Leben zu rufen.

Die Erzeuger des wertvollen Milchsaftes gehören hauptsächlich vier Pflanzenfamilien an: den Wolfsmilchartigen, den Maulbeerartigen, den Apocynaceen und den Asclepiadaceen. In Brasilien sind es hauptsächlich Bäume aus der erstgenannten Familie, Manihot, Hevea und Siphonia elastica, welche den wertvollen Parakautschuk liefern. Die afrikanischen Kautschukpflanzen dagegen sind vorwiegend Lianen, Schlingpflanzen aus der Familie der Apocynaceen. Sie werden von den Eingeborenen behufs Gewinnung des Saftes meistens abgeschnitten oder doch so mißhandelt, daß sie eingehen, so daß z. B. in einigen Distrikten Deutsch-Ostafrikas manche Arten ausgerottet waren, ehe sie der Botanik überhaupt bekannt wurden. Da nun die brasilianischen Bäume, in andere Erdteile verpflanzt, trotz guten Gedeihens allda wenigen oder schlechten Kautschuk geben, wird man in Afrika zum Anbau einheimischer Arten schreiten müssen. Für Ostafrika scheint der wichtigste Kautschuklieferant die Landolphia dondeensis, die Stammpflanze des Donde-Kautschuks, zu sein. Für Westafrika kommt außer einer ganzen Reihe von Landolphien hauptsächlich in Betracht eine Art der Gattung Kickxia (Kikxia elastica), die schon etwa siebenjährig das Anzapfen erlaubt und für den Anbau in Kamerun die geeignetste Art wäre. Anfänge zu einer Kickxiakultur im großen sind auf einigen Plantagen daselbst schon gemacht worden. Der Stamm der Landolphien muß ungefähr 15 Jahre alt sein, ehe er anzapfungsfähig ist. Schlechter empfiehlt für eine Kultur dieser stützbedürftigen Lianengewächse, die Schattenbäume der Kakaopflanzungen zu Landolphiaschonungen zu verwenden. Die den besten Kautschuk liefernde Landolphia Kleinii wird im Kongostaat angebaut. Eine dritte Gattung afrikanischer Milchsaftpflanzen, die Feigenbäume, zu denen der als Zimmerpflanze beliebte Gummibaum gehört, hat mit einer Ausnahme (Ficus Vogelii) wenig Aussicht, unter die Kautschuklieferanten aufgenommen zu werden, da der Milchsaft der meisten Arten so stark mit Harzen vermengt ist, daß beim Gerinnen ein zäher, höchstens zum Wasserdichtmachen von Stoffen verwendbarer Leim entsteht. Welchen Wert die Anlage

[1]) Deutsche Kolonialzeitung, Bd. 18, Nr. 16.

großer Kautschukplantagen in deutschen Kolonien hätte, ergibt sich daraus, daß schon vor Jahren ungefähr ein Viertel der Weltproduktion an Kautschuk nach Hamburg gelangte, das wenigste davon allerdings direkt aus den deutschafrikanischen Besitzungen.

Die Tierwelt.

Im Schoße des Meeres. • Instinkt oder Intelligenz? • Schutzfarben und Schutzformen. • Fortpflanzung und Regeneration. • Auf dem Aussterbeetat. • Kleine Beobachtungen.

Im Schoße des Meeres.

Weit reicher an Zahl der Arten und Einzelwesen als die Pflanzenwelt des Meeres ist die Fauna der großen und kleinen Salzwasserbecken. Da das Licht, welches von der Oberfläche her eindringt, bei 600 Meter Tiefe vollständig erloschen ist, so können Pflanzen in dieser Tiefe nicht mehr existieren, während das Tierleben noch in 800 Meter Tiefe reichlich vorhanden ist. Unter den niederen Tieren, deren für uns geheimnisvolles Dasein sich in jener nicht einmal mehr „purpurnen Finsternis" abspielt, hat in jüngster Zeit der Palolowurm die Aufmerksamkeit in hohem Maße erregt. Bei einer großen Anzahl Südseeinseln, besonders den Samoa-, Fidschi-, Tonga- und Gilbertinseln, treten in der Nähe der Korallenriffe zu bestimmten, den Eingeborenen genau bekannten Zeiten ungeheure Mengen von Würmern auf, die von den Insulanern gesammelt und als Delikatesse verzehrt werden. Das Erscheinen dieses Wurmes, den die Samoaner Palolo nennen, ist ein freudiges Ereignis für die ganze Inselgruppe, und alles zieht aufs Meer hinaus, um die beliebte Delikatesse einzusammeln, die entweder roh oder gebacken verzehrt wird und nach einigen wie Miesmuschel und Auster, nach anderen wie gesalzener russischer Kaviar schmecken soll. Ein genaueres Studium dieser Naturerscheinung ließ sie als etwas höchst Merkwürdiges und zum Teil noch jetzt Rätselhaftes erscheinen.

Beim Auftreten des Palolo bedeckt sich die Oberfläche der See mit einer Unzahl von Körperabschnitten eines Ringelwurmes, nicht der ganzen Tiere. Die von 6 bis zu mehr als 40 Zentimeter langen Glieder schwimmen unter lebhaften, schlängelnden Bewegungen horizontal umher. Ein Kopf fehlt ihnen vollständig, sie sind nichts weiter als eine Reihe gleichartiger Wurmringe oder Segmente, die sehr leicht auseinanderbrechen und mit Eiern und Samen vollgestopft sind. Je nach dem Geschlecht zeigen die Stücke verschiedene Färbung, die männlichen hellbräunliche, die weiblichen schmutzig dunkelblaugrüne. Der ganze Wurm, von dem der Palolo nur das schmalere Hinterende bildet, lebt in den unzugänglichen Spalten und Ritzen der Korallenriffe, welche sein aus Kopf und Vorderleib bestehender vorderer Teil nie verläßt. Hier entwickeln sich auch die geschlechtlichen Abschnitte, lösen sich bei eingetretener Reife los, verlassen die Korallenblöcke und schwärmen als selbständige Organismen für kurze Zeit an der Meeresfläche umher. Die Segmente brechen nun auseinander, Eier und Samen vermischen sich und es erfolgt die Befruchtung und Entwicklung neuer Wesen. Die Palolo sind also die zu besonderen Fortpflanzungskörpern umgewandelten Hinterenden eines Anneliden (Eunice viridis), derjenigen Tierklasse, der auch unsere Regenwürmer angehören.

Woher wissen nun aber die Eingeborenen die Zeit seines Ausschwärmens so genau zu berechnen? Der Palolowurm tritt nicht nur in einigen bestimmten Monaten des Jahres, sondern auch an ganz bestimmten Tagen, ja zu einer genau bestimmten Stunde auf. Die Monate sind für Samoa Oktober und November, die Stunde frühmorgens 4 Uhr; der Tag des Auftretens liegt stets entweder unmittelbar vor dem Tage des letzten Mondviertels oder ist dieser selbst, so daß also ein enger Zusammenhang zwischen dem Erscheinen des Palolo und den Mondphasen besteht. Was nun aber das Emporsteigen eigentlich veranlaßt, ob das Mondlicht oder die Gezeiten oder andere äußere Faktoren, ist bisher noch völlig unentschieden. Im Großen Ozean existieren noch mehrere ebenso den Einflüssen der Mondphasen unterworfene Paloloformen, z. B. bei Amboina und Japan, und im Atlantik ist vor kurzem ein ähnliches Vorkommen entdeckt. Auch hier schwärmt ein Meerringelwurm zum Zwecke der Fortpflanzung plötzlich in großen Mengen aus. Auch hier treten die Schwärme frühmorgens vor Sonnenaufgang auf, und zwar, was von allem das Eigentümlichste, an einem Tage, der ziemlich genau mit dem des dritten Mondviertels zusammenfällt. Der Fundort ist eine der Dry Tortugas Islands an der Südspitze Floridas; der Monat, in dem der atlantische Palolo auf der nördlichen Halbkugel schwärmt, der Juli, entspricht dem Hauptmonat des pazifischen Palolo ziemlich gut, indem an diesen beiden Daten die Sonne für die betreffenden Gegenden den geringsten Abstand vom Zenith erreicht. Auch bei Florida besteht der Palolo hauptsächlich aus dem geschlechtsreifen Hinterende der Tiere; die einzelnen Stücke zerbrechen an der Meeresoberfläche, die hervortretenden Geschlechtsprodukte vereinigen sich, worauf die hier in beiden Geschlechtern dunkelrot gefärbten Segmente zu Boden sinken und zu Grunde gehen.[1])

Den Einfluß des Mondes auf die Wesen der Tiefsee glaubt man auch an anderen Erscheinungen nachweisen zu können. In verschiedenen Meeresteilen, z. B. in der Straße von Messina, bei den Lofoten, in der Cookstraße bei Neuseeland, findet man zu gewissen Zeiten, oft nach Stürmen, tote

[1]) Naturwissenschaftliche Wochenschrift, 1902, Nr. 19; Biologisches Zentralblatt, 1901, S. 312.



Tiefseetiere an der Oberfläche schwimmend. Eine Erklärung für diese auffällige Erscheinung versucht der durch seine prachtvollen und anschaulichen Schilderungen „Aus den Tiefen des Weltmeeres" bekannte Meeresforscher Prof. C. Chun. Er stellte fest, daß die Krebstiere, die er in der Gegend der Kanarischen Inseln tot auf der Wasserfläche treiben sah, sich dort nicht nach einem Sturme, sondern zur Zeit des Vollmondes einfinden. Nach seiner Meinung bringt die Mondanziehung im Meere örtlich beschränkte Strömungen hervor, die schon tagelang vor Eintritt des Vollmondes beginnen. Je näher die Zeit des Vollmondes kommt, desto größer werde die Bewegung des Wassers, um nach einem Höhepunkt wieder abzunehmen und schließlich gänzlich aufzuhören. Die Strömung bewege sich wirbelförmig; aus der Mitte schieße das Wasser mit großer Gewalt in die Höhe — wir denken dabei an die Charybdis in der Enge von Messina und an den von dem Amerikaner Edgar Allan Poe so packend geschilderten Malstrom — und bringe die Organismen, welche sich auf dem Meeresboden befinden, ans Tageslicht. Nun läßt sich kaum bestreiten, daß die Tiefseetiere nicht freiwillig, sondern nur passiv emporgelangt sein werden; aber die Meinung Chuns, daß die Mondanziehung in der Tiefe des Meeres wirbelförmige, nach oben gerichtete Bewegungen des Wassers veranlasse, ist bestimmt irrig. Wir werden uns also hinsichtlich der Erklärung der paloloartigen und ähnlichen Erscheinungen noch etwas gedulden müssen.

Über einen wenig bekannten Tiefseefisch, von dem die Eingeborenen der Marschall- und Gilbertinseln erzählen, daß er nur zur Neumondszeit des Nachts gefangen werde, berichtet Dr. Augustin Krämer.[1]) Dieser sogenannte Purgierfisch der Gilbertinseln hält sich im warmen Gebiete des Pazifischen Ozeans hauptsächlich an den steilen Abfällen der Inseln, namentlich der Koralleneilande, auf, und zwar in 200 bis 400 Meter Tiefe. Der Name des etwa $^3/_4$ Meter langen Fisches bezieht sich auf die purgierende Wirkung, welche dem Fleische und den Knochen des Tieres innewohnt. Es wird von den Eingeborenen mittels eines großen hölzernen Fischhakens, an dem Fleischstücke eines Köderfisches stecken, gefangen. Auf der kleinen Insel Makin glückte es Krämer nach langem Bemühen, zur Neumondszeit durch die eingeborenen Fischer einen solchen ika ni peka fangen zu lassen. Das Tier trägt auf der nackten Haut statt Schuppen eigenartige, einzelstehende, gabelförmige Gebilde, die es gefangen quer stellt, so daß es nur mit einem Netz aus dem Wasser gehoben werden kann. Es gilt als ein guter Fisch, die Knochen, namentlich die Wirbel, sind weich, den entkalkten Lachswirbeln in den Zinnbüchsen ähnlich und voll eines hellen, dünnen Öls. Dieses wirkt, wenn der Fisch nicht gekocht ist, drastisch, jedoch ohne Schmerzen zu verursachen, gekocht bedeutend milder. Das milchweiße, feinschmeckende Fleisch ist blättrig wie das des Schellfisches. Krämer erprobte die abführende Wirkung an sich selbst und fand sie milder, als er erwartet. Bei den Eingeborenen ist namentlich der Kopf in purgierender Hinsicht beliebt.

Eine neue Haifischart, vielleicht sogar eine ganz neue Gattung unter den Haifischen wurde in Japan entdeckt, wo das Meer im Sommer 1901 einen riesigen Hai antrieb, der von Fischern geborgen und im Asakusa-Park bei Tokio nebst anderen Merkwürdigkeiten zur Schau gestellt wurde. Das Tier muß lebend eine Länge von 10 Meter besessen haben; seine Haut ist mit Ausnahme einiger Streifen fein gekörnt. Während die Bauchseite farblos ist, zeigte sich die übrige graubraune Haut mit weißen runden Flecken und querlaufenden Streifen bedeckt. Die Zahl der kleinen, scharfen, in mehreren Reihen stehenden Zähne beträgt je 300 im Ober- und Unterkiefer. Die übliche Gefräßigkeit seiner Sippe illustrierte dieser Riese durch einen seinem Magen einverleibten Eichenpfahl von 30 Zentimeter Länge.

Auch das kleinste Wirbeltier hat uns der Umkreis des Pazifik, wenngleich nicht der Ozean selber, geliefert. Auf den Philippinen entdeckten die Amerikaner in dem auf der Nordinsel Luzon gelegenen Buhi-See ein winziges Fischchen, welches lebend fast ganz durchsichtig ist und nur wenige schwarze Zeichnungen auf seinem Körper trägt. Die Männchen sind nur 10—13, die etwas größeren Weibchen 12—15 Millimeter lang. Wahrscheinlich pflanzen die Tierchen sich, wie das auch bei anderen Zwergfischen der Fall ist, nicht durch Eier, sondern durch lebendige Jungen fort. Wunderbarerweise stellt das winzige Geschöpf für die Eingeborenen ein nicht nur geschätztes, sondern auch wichtiges Nahrungsmittel dar, wie denn Reis und Fische überhaupt die wesentlichste Nahrung der Filipinos bilden. Diese Zwergfische werden mit großen, dichtgewebten Tüchern gefangen und in dichtgeflochtene Körbe getan, damit das Wasser abläuft. Die zurückbleibende dicke Masse, auf Baumblättern in der Sonne getrocknet, ist so begehrt, daß die landenden Fischer bereits von einer großen Menge von Leuten empfangen werden, die sich ihren Anteil am Fange sichern wollen. Mit Pfeffer und anderen Gewürzen gekocht, sollen die Fische (Mistichthys) nicht schlecht schmecken, und die amerikanischen Krieger haben den Geschmack der Eingeborenen in dieser Hinsicht bald geteilt.

Für die Angriffe, die sie seitens des Menschen erfahren, rächen die Tiefseebewohner sich ihrerseits, indem sie uns an der einzigen Stelle fassen, an der wir in der Tiefsee empfindlich sind: an den Unterseekabeln. Von den ziemlich häufigen Kabelstörungen ist eine beträchtliche Anzahl auf den Mutwillen größerer Fische zurückzuführen, die selbst die Eisenarmatur der Kabel mit ihren Zähnen zu durchdringen vermögen. So fand man vor einiger Zeit bei einem in 330 Faden Wassertiefe verlegten Kabelabschnitt als Ursache der Stromstörung einen wahrscheinlich einer Haiart angehörigen Fischzahn, der bis in das Innere des Kabels hineingedrungen war. Häufiger sollen sich Sägefische in der Zerstörung der Unterseelinien hervortun.

Freilich brauchen wir, um uns der Wunder des Meeres zu freuen, nicht in die Fluten der heißen Zone zu tauchen. Auch an den Küsten

[1]) Globus, Bd. 79, Nr. 12.

unseres Erdteils spielen sich in Liebe wie in Haß Szenen ab, die man dem Temperament der kaltblütigen Meeresbewohner kaum zutrauen möchte und die sogar die Darstellungskunst des Dichters reizen. Eine ganze Reihe solcher Liebesepisoden, die für viele niedere Wesen zugleich die Krönung und den Abschluß ihres ganzen kurzen Daseins bedeuten, malt mit glühenden Farben und in dichterisch gehobener Sprache Wilhelm Bölsche in seinem „Liebesleben in der Natur", das jedem vorurteilsfreien Leser warm zu empfehlen ist. Unter dem Antrieb der Liebe gewinnt sogar der nüchterne Hering eine Bedeutung, die ihn weit über seine armselige Einzelexistenz hinaushebt und den Tröster manches betrübten Magens uns auch sozusagen menschlich näher bringt. Zu den merkwürdigsten Gestalten der europäischen Fischwelt gehören die Schollen, für deren breiten und flachen Körper der Name „Flachfisch" eine sehr zutreffende Bezeichnung ist. Die Entstehung und die Vorfahren dieser merkwürdigen Fischarten hat kürzlich der russische Arzt und Biologe O. Thilo in Riga in mehreren interessanten Arbeiten dargelegt.[1])

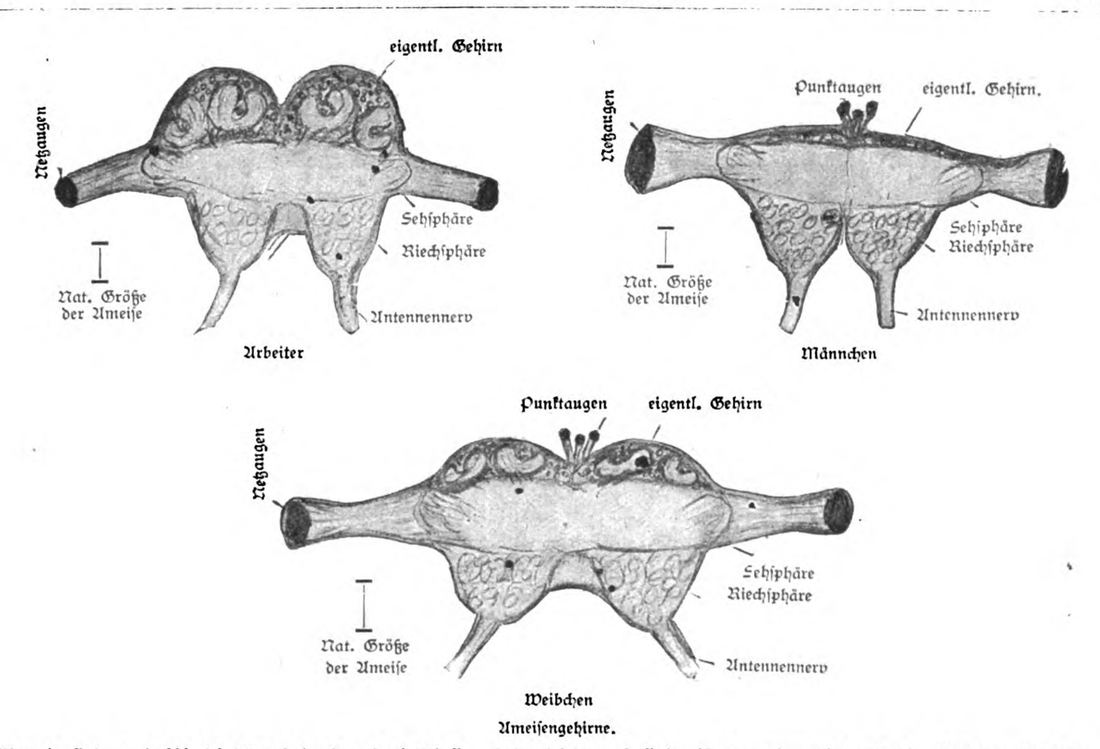
Von anderen Flachfischen, z. B. von dem grotesk aussehenden, die Heringsscharen begleitenden Petersfisch oder Heringskönig, unterscheiden die Schollen sich hauptsächlich durch den eigentümlichen Bau ihres Kopfes, der beide Augen auf einer Seite trägt, und durch die helle Färbung der augenlosen Seite. Die jungen Tierchen, deren Körper, wenn sie dem Ei entschlüpft sind, noch langgestreckt ist, sieht man aufrecht schwimmen; sobald sie aber höher und flacher werden, beginnen sie auf der Seite zu schwimmen. Man kann das an jungen Schollen von etwa 1 Zentimeter Länge beobachten. In diesem Alter streben die auf hoher See aus schwimmenden Eiern geschlüpften Fischchen der Küste zu und wählen den Boden als Aufenthaltsort: aus pelagischen (Hochsee-)Formen werden nun Bodenformen, die stets auf einer und derselben Seite schwimmen oder, in den Grund eingewühlt, mit ihren großen beweglichen Augen nach Beute spähen, wobei die gefleckte Oberseite des Körpers der Bodenfärbung täuschend ähnlich sieht. Daß diese Tiere aus ursprünglich gleichseitigen Fischen mit normaler Augenstellung entstanden sind, erkennt man auch daraus, daß nicht selten Flundern mit mehr oder minder vollständig ausgefärbter Blindseite und unvollständig gewandertem Auge gefangen werden, von denen 25% die Augen auf der linken Seite tragen, 75% auf der rechten; also muß es unter ihnen solche geben, die bald rechts, bald links schwimmen, sowie noch ganz aufrecht schwimmende. Wie entstanden nun diese Flachformen? Der Körper großer und seitlich zusammengedrückter Fische erschwert das Schwimmen sehr, wenn auch große Flossen, wie beim Heringskönig, zum Balancieren dienen. Gerät ein solcher Fisch aber auf ebenen Sandboden, so muß er dort umfallen wie ein laufendes Fahrrad, dessen Bewegung plötzlich gehemmt wird. Will er eine Beute am Boden erhaschen, so gelingt ihm das am besten, wenn er sich auf die Seite legt. Solche Fische meiden deshalb den ebenen Boden und halten sich in den Spalten und Vertiefungen klippenreicher Küsten auf, wo sie zur Aufrechterhaltung ihres Körpers stets ausreichende Stütze finden. Sie sind schlechte Schwimmer, leben meistens auf dem Grunde und kommen, wenn sie eine Beute wittern, in schaukelnder Bewegung heraufgeschwommen. Läßt der Petersfisch sich auf dem Grunde nieder, so muß er sich in den Sand eingraben, um nicht auf die Seite zu fallen.

Werden derartige Fische nun genötigt, ausschließlich auf flachem Sande zu leben, so gewöhnen sie sich schließlich daran, immer nur auf einer und derselben Seite zu liegen. Sie bedürfen dann der großen Flossen nicht mehr, diese schwinden allmählich und treten bei späteren Generationen auch in frühester Jugend nicht mehr auf. Die Veränderung der Lebensweise hat noch andere Umbildungen zur Folge. Die Schwimmblase, welche für das Steigen und Sinken vieler Fische eine große Rolle spielt, verschwindet bei den Schollen mit zunehmendem Alter fast ganz, da sie durch den von ihr verursachten Auftrieb den längeren Aufenthalt am Boden sehr erschweren und ihr Zusammenpressen eine anhaltende, auf die Dauer unerträgliche Muskelanstrengung erfordern würde. Die Bauch- und Brustflossen werden rückgebildet, die After- und Rückenflossen rücken zum Kopfe vor und das eine Auge wandert nach der anderen Seite des Kopfes. Diese Wanderung eines ganzen Organs an einen anderen Platz am Körper ist eine der merkwürdigsten Vorgänge. Die Schollen stammen nach Thilo von Fischen ab, die wie der zu den Makrelen gehörende Heringskönig eine schmale Stirn hatten, was die Verschiebung erleichterte. Man kann sich daher leicht vorstellen, daß in der noch nicht festen, sondern knorpelartigen Stirn der jungen Scholle eine Einbuchtung für das wandernde Auge entsteht. Diese Falte wird tiefer, unterhalb des betreffenden Auges bildet sich eine Knochenbrücke, die das Auge noch weiter verschiebt, und schließlich liegt es neben seinem Gefährten auf der anderen Seite des Kopfes in einer neuen Knochenhöhle. An den Muskeln des wandernden Auges beobachtet man ähnliche Erscheinungen wie an dem Auge schielender Menschen.

Mit welchem Spürsinn die Fische neue, ihnen zusagende Örtlichkeiten zu benützen wissen, zeigt der Kaiser Wilhelms-(Nord-Ostsee-)Kanal, der mit seinen Seitengewässern als Laichplatz und als Wanderstraße der Fische zwischen Nord- und Ostsee immer größere Bedeutung gewinnt. Hier liegen die trägen Flunder oder Strufbutts ganz im lehmigen Grunde versteckt. Beim Heraufholen haften ihnen noch ganze Erdklöße an; entfernt man sie mit dem Messer, so bleiben helle Flecke zurück, wodurch der kernige und sehr schmackhafte Fisch ein buntscheckiges Äußeres erhält. Auch hier beträgt der Prozentsatz der linksköpfigen Fische ungefähr 25. Gewaltige Heringsschwärme dringen trotz der lebhaften Schiffahrt und des Schleusenbetriebes in den Kanal ein, um ihn als Laichfeld zu benützen. Die Eier liegen gewöhnlich zwischen Algen eingebettet an beiden Ufern; an windstillen

[1]) Zoologischer Anzeiger, 1902, Nr. 66; Bulletin de l'acad. des sciences de St. Petersbourg, Bd. 14, Nr. 3.





Ameisengehirne.

Während Seh- und Riechsphäre bei allen drei Klassen fast gleich groß sind, ist das eigentliche Gehirn bei den intelligenten Arbeitern riesig, bei den dummen Männchen sehr gering entwickelt.

Oktobertagen passiert das Boot endlose Schwärme lustig sich im Wasser tummelnder, 7 bis 10 Zentimeter langer junger Heringe. Auch Hechte und Zander haben sich sehr vermehrt, während die Aale unter einer verheerenden Krankheit, der Rotseuche, furchtbar litten. Diese Seuche, welche zuerst aus dem aalreichen Lagunengebiete des Adriatischen Meeres, dem als Aalfangplatz weit und breit bekannten Gebiete von Comachio, beschrieben wurde, ist durch große Hitze und einen Bazillus bedingt und in den nördlichen Meeren von gleichem Charakter wie in der Adria. Nachdem die europäische Menschheit sich der Seuchen und großen Sterben, wie es scheint endgiltig, entledigt hat, wird unsere Tierwelt durch pestartige Krankheiten dezimiert. Der Krebspest, welche den mitteleuropäischen Flußkrebs in manchen Gegenden völlig ausrottete, folgte seit 1890 etwa, bald hier bald dort auftretend, wie erwähnt, die Rotseuche der Aale. Auch der Flußlachs wird, wiederum durch einen Bazillus in Verbindung mit einem Pilze, an manchen Orten in seinem Bestande arg gefährdet.

Instinkt oder Intelligenz?

Auf dem schwierigen Gebiete des tierischen Seelenlebens stehen zwei Richtungen in scharfem Kampfe einander gegenüber. Einige Forscher, wie Bethe, Uexküll und andere, sprechen den wirbellosen Tieren eigentlich seelische Eigenschaften ab, erklären diese niederen Wesen für höchst zweckmäßig eingerichtete Reflexmaschinen und lassen die Seele erst bei den Wirbeltieren entstehen. Andere, z. B. der ungemein tätige und scharfsinnige F. Wasmann, finden eine wesentliche Kluft der seelischen Begabung nicht zwischen den Ameisen und den höheren Tieren, sondern erst zwischen letzteren und dem Menschen. Wasmann und v. Buttel-Reepen haben den Beweis dafür erbracht, daß die Bienen und Ameisen keineswegs als bloße Reflexmaschinen anzusehen sind, sondern über mannigfache seelische Eigenschaften verfügen. Letzterer schreibt der Honigbiene ein zum Teil vortreffliches Gedächtnis, ein reiches Mitteilungsvermögen vermittels einer sehr entwickelten Lautsprache, ferner die Fähigkeit, Erfahrungen zu sammeln oder zu lernen und die gesammelten Eindrücke untereinander zu verknüpfen, zu. Beide Forscher aber halten es für falsch, diesen Wesen ein menschenähnliches Bewußtsein und die verschiedenartigsten rein menschlichen Empfindungen zuzuschreiben. Erfahren können wir von den seelischen Regungen der Tiere freilich nur durch Schlußfolgerungen, welche wir aus der Ähnlichkeit ihrer Handlungen mit den unsrigen ziehen, und diese Schlüsse können möglicherweise richtig, vielleicht aber auch sehr trügerisch sein. Da jene Insekten, welche ähnlich gebaute Sinneswerkzeuge und Zentralorgane haben wie wir, auf die betreffenden Sinnesreize sich in ähnlicher Weise wie der Mensch äußern, so müssen wir ihnen freilich ein menschenähnliches Empfindungs- und Gefühlsleben zuschreiben. Doch scheinen sich ihre Empfindungen mit den unsrigen nicht genau zu decken. Wasmann erläutert dies hinsichtlich der Gefühlswahrnehmungen der Ameisen in folgender Weise: Nach Lubbocks bekannten Versuchen reagieren die Ameisen auf die für uns unsichtbaren ultravioletten Strahlen des Spektrums wie auf eine Farbe. „Wir müssen daraus schließen, daß die Ameisenaugen eine Farbe mehr empfinden als wir; dadurch wird aber die Empfindung auch der übrigen Farben des Spektrums bei den Ameisen wahrschein-

lich eine von der unsrigen etwas verschiedene Qualität erhalten; daher ist es zweifelhaft, ob z. B. ihre Blauempfindung mit der unsrigen analog ist." Es läßt sich ferner mit Bestimmtheit nachweisen, daß die Ameisen nicht nur die Färbung, sondern bis zu einem gewissen Grade auch die Gestalt der Gegenstände unterscheiden können; ferner daß sie auf Grund der durch wiederholtes Sehen erworbenen Erfahrungen belehrt werden und ihre frühere Handlungsweise abändern, verbessern können. Ja wir vermögen mit Hilfe der Mimikry und mancher Erscheinungen, die sich bei Ameisengästen finden, ziemlich sicher festzustellen, wie viel Anteil der Gesichtssinn und der Fühlertastsinn an der Unterscheidung der Gäste haben.

Als das **Hauptunterscheidungsmerkmal** instinktiver und intelligenter Handlungen sieht diese Richtung das Bewußtsein eines Zweckes der vorgenommenen Handlung an und schließt nun: da die Tiere bisher noch nie dieses persönliche Zweckbewußtsein bekundet haben, so besitzen sie keine Intelligenz. Doch wird man das Gefühl nicht los, als ob es nicht immer rein wissenschaftliche Beweggründe sind, welche dem Tiere jegliche Intelligenz abschneiden wollen. Es läßt sich, wenn wir die Sache nicht aus den Regungen unseres eigenen Geisteslebens heraus beurteilen wollen, offenbar weder ein Beweis für noch gegen das Dasein tierischer Intelligenz führen: Behauptung steht gegen Behauptung. Anderseits läßt sich nicht leugnen, daß die Verfechter der animalischen Intelligenz in der Vermenschlichung der tierischen Seelenvermögen oft viel zu weit gehen. Daß der Instinkt die Vorstufe und Grundbedingung der Intelligenz ist, erleben wir täglich aufs neue an dem Beispiel des Säuglings. Seine sämtlichen Seelenregungen sind anfänglich instinktiver Art; ohne eine Spur von Zweckbewußtsein vollzieht er die zweckmäßigsten Handlungen, und erst allmählich dämmert der Zusammenhang zwischen einer Tätigkeit und dem Erfolg des Handelns, zwischen Mittel und Zweck in ihm auf. Sollte ein ähnlicher Wandel nicht auch wenigstens bei den höheren Tieren, deren Instinkthandlungen während ihrer Jugend denen des jungen Menschen so auffallend gleichen, möglich sein?

Für die Insekten, besonders für die von ihm so eingehend studierten **Ameisen** verneint **E. Wasmann**[1]) das Vorhandensein der Intelligenz. Nach ihm beruht die ungeheuer mannigfaltige, an die menschliche Intelligenz erinnernde Betätigung der Einzelwesen gesellschaftlich lebender Tiere nur auf **sozialen Instinkten**, durch welche sie zu gegenseitigem Schutz, zu gemeinschaftlicher Verteidigung und teilweise auch gemeinschaftlichem Nahrungserwerb zusammenwirken. Sinneserfahrung und die sinnlichen Regungen der Einzelwesen beeinflussen dieses Zusammenwirken. Die sozialen Instinkte sind namentlich in den Ameisenstaaten auf die verschiedenen Gesellschaftsklassen oder Kasten verschieden verteilt; innerhalb der einzelnen Kasten herrscht, namentlich bei der blutroten Raubameise (Formica sanguinea) eine außerordentlich große Selbständigkeit und Mannigfaltigkeit des individuellen Handelns, ähnlich wie bei den höheren Säugetieren. Die Schilderung, welche **Wasmann** von dem Leben und Treiben innerhalb der Ameisenstaaten entwirft, sind höchst anziehend. Manche Verrichtungen, z. B. die Aufzucht fremder, schon im Puppenzustande geraubter und im Raubstaate als Sklaven verwendeter Ameisen, die dauernde Beherbergung von nützlichen, anderen Insektengruppen angehörenden Gästen, deren Junge sogar von den Ameisen gepflegt und erzogen werden wie die eigene Brut, dies und ähnliches gewährt in der Tat sogar nach **Wasmann** den Eindruck „intelligenzähnlicher Universalität".

Und dennoch: am Schlusse seines Buches verweist er die geschilderten Fähigkeiten der Ameisen in den Bereich des sinnlichen Instinktlebens, nicht in denjenigen intelligenter Geistestätigkeit. Instinkt ist nach ihm die zweckmäßige Anlage des sinnlichen Erkenntnis- und Begehrungsvermögens. „Als intelligent können dagegen nur jene Tätigkeiten gelten, welche eine Einsicht in die zwischen den sinnlichen Vorstellungen obwaltenden Beziehungen voraussetzen und ohne dieselbe unerklärlich sind; Intelligenz ist nur das Vermögen, mit Überlegung und Selbstbewußtsein zu handeln. Bloß dieses Vermögen kann man als geistige Fähigkeit bezeichnen, keineswegs aber — wie die moderne Psychologie es tut — auch das sinnliche Vorstellungsvermögen und das sinnliche Gedächtnis. Auf dieser Verwechslung von sinnlichen und geistigen Fähigkeiten beruht das ganze vorgebliche ‚Geistesleben' der Tiere, von dem die vulgäre Psychologie so viel Aufhebens macht."

Ein anderer tüchtiger Beobachter des Insektenlebens, **F. Rudow**, spricht seine Ansicht über Tierintelligenz in einer Arbeit über „Die Wohnungen der Hautflügler Europas"[1]) in folgenden Sätzen aus: „Überflüssig ist, die alte Streitfrage anzuregen, ob die Insekten mit Überlegung handeln oder der bloße Instinkt sie in ihrem Tun leitet; niemals wird der Streit geschlichtet werden, immer wieder in eine unfruchtbare Wortklauberei ausarten. So viel steht fest: wer ohne vorgefaßte Meinung sich, und nicht bloß vorübergehend, mit den Tieren beschäftigt und mit regem Interesse ihr Tun und Treiben beobachtet, dem werden sie niemals zu bloßen, willenlosen Maschinen herabsinken, und er wird sich überzeugen, daß auch in ihrem kleinen Gehirne auf andere Weise gearbeitet wird, als man es bei nur vegetierenden Geschöpfen gewohnt ist." Den entschiedensten Gegner seiner Leugnung der Tierintelligenz dürfte **Wasmann** jedoch in **Schopenhauer** finden, der diese Intelligenz sehr fein und maßvoll begrenzt.[2])

Wenden wir uns nun zu einigen Äußerungen des Instinkts in der heimischen Vogelwelt!

Zu den hervorragendsten Kundgebungen des tierischen Instinkts pflegt man die **Wanderungen der Vögel** zu rechnen. Über den gegenwärtigen Stand der Vogelzugforschung berichtet Dr. Kurt **Flöricke** in einem Aufsatze, dem eine die Zugstraßen der Wandervögel enthaltende Karte Europas

[1]) Vergleichende Studien über das Seelenleben der Ameisen und der höheren Tiere. 2., vermehrte Auflage. Freiburg i. Breisgau 1900.

[1]) Berliner entomol. Zeitschrift, Bd. 45.

[2]) S. z. B. Die Welt als Wille und Vorstellung, Bd. 2. Kap. 5.



beigegeben ist.[1]) Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist es, daß bei vielen Vogelarten die Männchen und Weibchen, die Jungen und die Alten ganz getrennt voneinander ziehen, und zwar nicht nur der Zeit nach, sondern auch auf verschiedenen Wegen. So sind z. B. auf der als Zugstraße neuerdings so berühmt gewordenen kurischen Nehrung allherbstlich zahlreiche junge Steppenweihen, Rotfußfalken u. a. aus Innerrußland anzutreffen, aber fast niemals ein alter Vogel derselben Art. Daraus folgt, daß in diesem Falle die alten Vögel nicht die Führer und Lehrmeister der Jungen sein können, daß letztere vielmehr auf eine andere, uns noch völlig dunkle Weise auf ihrer weiten Reise geleitet und den richtigen Weg geführt werden. Oder sollten, was Dr. Flöricke nicht berührt, die Jungen und Alten bis zur fraglichen Stelle doch zusammengezogen sein, erstere sich hier niedergelassen haben, letztere weiter westwärts gewandert sein? Könnten sich die Jungen nicht vielleicht auch Schwärmen anderer, diese Straße zur Nehrung benützender Wanderer angeschlossen haben? Es gibt hier so viele Möglichkeiten, daß die Hoffnung auf eine einfache natürliche Erklärung nicht aufgegeben werden darf.

Zeichnen wir die hauptsächlichsten Zugstraßen unserer europäischen Wandervögel auf einer Karte ein, so ergeben sich leicht gewisse Gesetze des Vogelfluges. Die Himmelsrichtung ist selbstverständlich im allgemeinen die nordsüdliche. Solange die Wanderer das Festland durchqueren, üben Gebirge und Stromsysteme einen ungemein starken Einfluß auf die Richtung der Zugstraßen aus, da die Vögel bestrebt sind, hohe Gebirge zu vermeiden und zu umgehen, den in der Zugrichtung verlaufenden Flußtälern dagegen möglichst lange zu folgen. Alpen, Pyrenäen und Kaukasus stellen sich wie mächtige Querriegel dem Vogelzuge entgegen, der sie rechts oder links zu umgehen sucht; wo das zu weitläufig wäre, werden die tiefsten Einschnitte benützt, wie z. B. die Vögel des deutschen Alpenvorlandes zur Überschreitung der Alpen das Oberinntal und den Comersee benützen. Täler wie die des Rheins, der Elbe, Oder, Weichsel, Donau und Wolga bilden dagegen natürliche Vogelstraßen ersten Ranges. Sehr starke Frequenz weisen auch die Einsenkungen zwischen zwei hohen Gebirgssystemen, z. B. die große Lücke zwischen Sudeten und Karpathen, auf. Ist auf diesen Wegen die Meeresküste erreicht, so sehen wir die Vögel — mit Ausnahme der hochnordischen Schwimmvögel, der seegerechten — vor allem bestrebt, das weite offene Meer zu vermeiden. Nun bilden die Küsten die Leitlinien des Fluges, denen sie, selbst auf Umwegen, so lange wie möglich folgen, um dann schließlich beim Überqueren des Meeres dessen schmalste Stelle auszusuchen, wobei sie für Notfälle gern noch kleinere Inseln berücksichtigen. Manche Zugstraßen enden sozusagen in einer Sackgasse, indem große Gebirge die Weiterreise unmöglich machen und die Vögel zwingen, am äußersten Ende dieser Zugstraße zu überwintern. Das ist z. B. am Südwestwinkel des Kaspischen Meeres bei dem an der russisch-persischen Grenze gelegenen Städtchen Lenkoran der Fall, wo die zahllosen gefiederten Bewohner der westsibirischen Tundra zusammenströmen und sich namentlich in strengen Wintern auf engem Raume so zusammendrängen, daß das Auge bis zum fernsten Horizont kein Wasser mehr erblickt, sondern nur die dichtgedrängten Massen der zahllosen Schwimmvögel. Gegenden, in denen verschiedene Zugstraßen sich kreuzen, bezeichnet man als Brennpunkte des Vogelzuges. Als solche sind in neuerer Zeit besonders Helgoland, Rossitten auf der kurischen Nehrung, die Dobrudscha, die Nilmündung und Tanger berühmt geworden; die beiden erstgenannten als Sitze besonderer, dem Studium des Vogelzuges gewidmeter „Vogelwarten".

Vielfach überschätzt werden die Höhe und die Schnelligkeit des Vogelzuges. Während man früher annahm, daß die Wandervögel in ungemessener Höhe dahinzögen, ist jetzt mit Hilfe der Ballonfahrten festgestellt, daß sie sich nur ganz ausnahmsweise zu mehr als 1000 Meter Meereshöhe erheben und jedenfalls niemals freiwillig über die untersten Wolkenschichten weggehen, da ihnen diese den zur Innehaltung ihrer Straßen so notwendigen Überblick über die landkartenartig unter ihnen ausgebreitete Erde rauben würden. Das herbstliche Fortwandern nach wärmeren Gegenden vollzieht sich keineswegs immer mit großer Schnelligkeit, sozusagen in einem Ruck, sondern stellt bei den weitaus meisten Arten nach Flörickes Beobachtungen ein ganz gemütliches Bummeln dar, wobei die Vögel an einem Tage oft nur wenige Dutzend Kilometer zurücklegen und sich an ihnen zusagenden nahrungsreichen Plätzen bisweilen noch wochenlang aufhalten, bis der Eintritt strengerer Witterung sie forttreibt. Schneller vollzieht sich im Frühling die Heimkehr. Bei der Lage und Gestaltung der Zugstraßen spielt auch der ehemalige, einer vergangenen geologischen Epoche angehörende Verbreitungsbezirk eine Rolle. Manche Arten, die sich unter dem Einflusse des wärmer werdenden Klimas allmählich über die Grenzen dieser ihrer ehemaligen Heimat hinaus begeben haben, sind zunächst bestrebt, wieder das alte Verbreitungszentrum zu erreichen. So ziehen zum Beispiel in Ostpreußen die Zwergmöven und Karmingimpel im Herbst in östlicher Richtung ab, statt, wie fast alle anderen Vögel, südwestlichen oder südlichen Gegenden zuzusteuern.

Von beträchtlichem Einflusse auf den Vogelzug sind die Witterungsverhältnisse, wobei zu bemerken ist, daß das Vorausfühlen eines Witterungsumschlages sich bei den Vögeln auf nicht mehr als 8 bis 12 Stunden zu erstrecken pflegt. Die wichtigste Rolle unter den meteorologischen Faktoren spielt hier der Wind, besonders dessen Stärke. Zwar fliegen die Vögel im allgemeinen lieber mit dem Winde als gegen ihn; aber selbst schlechte Flieger wie die Krähen vermögen im Zickzack gegen ziemlich starke Gegenwinde anzulavieren und lassen sich dadurch in ihrer Weiterreise wenig stören. Bei schwachen und leisen Winden ist der Zug am lebhaftesten, bei Windstille oder starkem Winde läßt er nach und bei Sturm hört das Ziehen

---

[1]) Deutsche Rundschau f. Geogr. u. Statist., Bd. 24 (1902), Heft 7.



völlig auf, ebenso bei dichtem Nebel, der den gefiederten Reisenden die unumgänglich notwendige Fernsicht benimmt. Offene Meeresstrecken werden gewöhnlich nur bei schwachem, in der Zugrichtung wehendem Winde überflogen, und die Vögel warten das Eintreten eines solchen an einem geeigneten Punkte der Küste oft tage- und wochenlang ab. In monddunklen Nächten findet im allgemeinen stärkerer Vogelzug statt als in mondhellen, während man eigentlich das Gegenteil erwarten sollte.

Nach den Berichten der ornithologischen Zeitschriften mehren sich die Anzeichen aus der Vogelwelt, welche für eine wiederkehrende „Tertiärzeit" sprechen. Daß wir einer solchen wärmeren Erdperiode für unsere Breiten entgegengehen, dafür sprechen vielerlei zum Teil schon erwähnte Tatsachen, und die Reibisch-Simrothsche, in zwei Abschnitten dieses Jahrbuches ausführlich dargelegte Hypothese der Erdpendulation gibt einen sehr einleuchtenden Grund für derartige Klimaschwankungen. Man beobachtet bei uns seit geraumer Zeit ein in immer größerem Maßstabe um sich greifendes Überwintern derjenigen Vögel, die eigentlich Zugvögel sind, z. B. von Staren, gelben Bachstelzen, Buchfinken, Turmfalken, Rotkehlchen, auch von Schwalben, die ihre Überwinterungsversuche zwar häufig mit dem Leben bezahlen, aber in England in milden Wintern nicht selten durchkommen. Sowohl die Zahl der Arten als auch der Individuen dieser überwinternden Zugvögel nimmt zu. In Baden-Baden z. B. überwinterten trotz der Kälte vorzwei Jahren 240 Stare, in den Gärten der königlichen Charité zu Berlin etwa acht Paare. Ferner werden die Winterquartiere dieser zu Standvögeln gewordenen Sänger und Lufträuber mit den Jahren in immer höhere Breiten geschoben, während gewisse nordische Vogelarten, z. B. die Seidenschwänze und Flachsfinken, lange nicht mehr so oft zu uns herabkommen wie in früheren Jahren. Eine zweite Tatsache, die ebenfalls für eine allgemeine Wärmezunahme unseres Klimas spricht, ist das Verlegen der Sommerquartiere, also der Brutgebiete südlicher Vögel nach Deutschland oder süddeutscher nach Mittel- und Norddeutschland. Solche südliche Arten sind z. B. der Girlitz, die Blaudrossel, die Steinmerle, das Schwarzkehlchen, der Zipammer, der Alpensegler, eigentlich ein Bewohner der Inseln des Mittelmeeres, das Steppenhuhn und vielleicht auch die Zwergtrappe.

Welchen Wert einzelne Beobachtungen und Experimente für die Lösung interessanter zoologischer Fragen erlangen können, zeigt folgendes Beispiel: Ein im Jahre 1902 im Westhavelland geborener und dort mit einem dahin lautenden Briefchen unter dem Flügel versehener Storch wurde im August desselben Jahres bei Hermannstadt in Siebenbürgen, wo er mit 500—600 Genossen rastete, geschossen. Er zeigt uns, wohin die aus Brandenburg stammenden Störche wandern, nämlich nicht, wie man bisher vermutete, nach Westafrika, sondern in südöstlicher Richtung, vermutlich längs der Oder und durch die Oder-Marchpforte nach Ungarn und hier südlich von den Karpathen zum Tal der unteren Donau. So können also die Märker alljährlich den Deutschen Ungarns durch Vermittlung Freund Adebars Brudergrüße übersenden.

Eine merkwürdige Beobachtung aus dem Leben des Storches, bei der wir uns sofort wieder fragen, ob hier blinder Instinkt oder Überlegung tätig sei, teilt Dr. H. Fischer-Sigwart[1]) mit. Er beobachtete im Jahre 1901 eine schon zum siebenten Male auf dem Chordache in Zofingen (Kanton Aargau) nistende Storchenfamilie. „Am 17. Mai, morgens etwa um 11 Uhr, wurde ein junger Storch aus dem Neste geworfen und mir noch warm und sich etwas bewegend gebracht. Er war wohlgenährt und schien ganz gesund gewesen zu sein. Ich hatte schon längere Zeit die Meinung gefaßt, daß die Jungen, die alljährlich da und dort aus dem Neste geworfen werden, solche seien, die bei der Erziehung nicht gute Resultate ergaben, und namentlich schien mir das Exkrementieren hiebei eine große Rolle zu spielen, da ich schon früher beobachtet hatte, daß die Alten die Jungen baldmöglichst dazu veranlassen, die Exkremente über das Nest hinaus abzugeben. Solange die Jungen ihre Exkremente in die Mulde gehen lassen, beseitigt der anwesende Alte diese mit dem Schnabel und gibt sich natürlich alle Mühe, baldmöglichst diesem Zustande ein Ende zu machen, indem er, sobald er merkt, daß etwas vor sich gehen soll, das Junge mit auswärts gekehrtem Hintern auf den Nestrand setzt." Die Jungen pflegen das sehr bald zu begreifen und das Nest nicht mehr zu verunreinigen. Nachmittags, als Fischer seine Beobachtungen vom Kirchturm aus fortsetzte, hatte sich die Zahl der Jungen um eins vermehrt. „Nachdem ich die Jungen längere Zeit beobachtet hatte, während der alte Storch im Neste stand und die Jungen der Sonne ausgesetzt ließ, erhob sich eins, reckte einigemal die Flügel und spritzte die Exkremente über den Rand hinaus, und bald auch ein zweites, und der alte Storch beobachtete das mit Wohlgefallen. Das kleine, in der Entwicklung zurückgebliebene hatte auch bald ein Bedürfnis, konnte aber nicht wie seine größeren Geschwister tun, obgleich es sich augenscheinlich Mühe gab. Es krümmte sich, als es ihm nicht gelang, zum Nestrande zu gelangen, im Neste und ließ in die Mulde fahren. Ein scharfer Blick des alten Storches wurde ihm zugeworfen. Wenn nun meine Vermutung richtig war, so war das erste der zwei zuletzt Geborenen am Morgen deswegen hinausgeworfen worden, weil es diese guten Eigenschaften seiner älteren Geschwister noch nicht erworben hatte, und stand diesem sich im gleichen Falle befindenden zweiten Nachgeborenen das gleiche Schicksal bevor. Ich prophezeite daher, es werde in nächster Zeit noch ein zweites junges Störchlein aus dem Neste geworfen werden, und meine Prophezeiung erfüllte sich am 20. Mai morgens. Die Frage, warum da und dort von den Alten junge wohlgenährte, gesunde Störche zum Neste hinausgeworfen werden, ist also hiemit

[1]) Der zoologische Garten, 1902, Nr. 9.



gelöst. Es existiert bei dieser Vogelart eine drakonische Erziehung. Sobald einem Jungen auch nur eine Eigenschaft, die in Storchkreisen als unerläßlich zu seinem zukünftigen Leben angesehen wird, fehlt, so wird es unnachsichtlich beseitigt. Man will nur allseitig untadelhafte, vollkommene Nachzucht."

Schutzfarben und Schutzformen.

Um die Wirksamkeit der von Darwin als Mimicry oder Nachäffung bezeichneten Schutzmaßregeln in der Tierwelt zu illustrieren, geht man gewöhnlich auf Beispiele aus der tropischen Fauna zurück. Daß jedoch unsere heimischen Wirbeltiere sich dazu nicht minder eignen, beweist B. Tümler in einer ausführlichen Arbeit über „Schutzmasken in der Tierwelt".[1] Die gegen den Darwinismus gerichtete Tendenz der Arbeit, die Ableugnung einer allmählichen Entwicklung solcher Tier- und Pflanzenmasken, tut dem Wert der ausgewählten Beispiele keinen Abbruch. Der Verfasser zeigt uns zuerst verschiedene Vögel in Pflanzen- oder Holzmaskierung, in der Verkleidung von Pilzen, Stöcken, Pfählen, Strünken.

Der durch Vertilgung schädlicher Insekten nützliche Ziegenmelker, die europäische Nachtschwalbe (Caprimulgus europaeus), dessen Name von einer albernen Fabel herrührt, bedarf des Schutzes gegen Raubvögel und vierfüßiges Raubzeug um so mehr, als er nur zwei Eier legt, mithin nur eine kleine Nachkommenschaft hat. „Diesen notwendigen Schutz findet nun die Nachtschwalbe in ihrem absonderlichen, flechtengrauen Gefieder und in ihrer eigentümlichen Körperhaltung oder Körperlage, kurz in ihrer Schutzmaske. Die Nachtschwalbe, welche ein Terrain aus lichtem Wald mit offenen Flächen gemischt liebt, sitzt niemals wie andere Vögel quer auf dem Zweig oder Ast. Dazu sind ihre eigentümlichen Füße nicht eingerichtet, sondern sie sitzt oder liegt vielmehr der Länge nach auf einem niedrigen dicken, horizontalen Zweige, auf einem eingehauenen oder umgebogenen Baumstamme, auf einem alten flechtengrauen Schlagbaume oder einem knorrigen Holzstücke. Dort liegt sie den ganzen langen Tag unbeweglich. Schwanz und Brust eng an die Unterlage gedrückt, hat sie den Hals so gebogen und eingezogen, daß Scheitel, Hals und Rückenprofil eine einzige schwache Bogenlinie machen, welche einerseits durch den enganliegenden Schwanz, anderseits durch den dicht sich anschmiegenden Kopf und die Schnabelspitze unmerklich sich in die horizontale Baumstammlinie verliert. Durch die vollendete Flechtenfarbe und durch diese gelungene Rindenknorrenfigur verliert die Nachtschwalbe vollständig ihre Tiergestalt!" Diese Schutzmaske des wehrlosen Vogels täuscht selbst auf drei, vier Schritte Entfernung das beste Auge, wie jeder erfahrene Forstmann bezeugen kann.

Ein anderes Beispiel: die jungen, noch nicht flüggen Kiebitze auf öder Heide. Während der alte Kiebitz durch alle Künste des geängstigten Elternherzens die Aufmerksamkeit des Feindes, sei es ein Habicht, ein Hund, ein Mensch, auf sich zu lenken weiß, haben sich die hilflosen Jungen auf den ersten Warnungsschrei der Alten sofort in die erste beste Bodenvertiefung geduckt. „Dort liegen sie regungslos wie ein Stein oder Erdklumpen und bleiben in ihrem unansehnlichen, flechtengrauen Dunenkleide in einiger Entfernung selbst dem schärfsten Auge unsichtbar. Dort bleiben sie wie tot liegen, bis der frohe Lockruf der wiederkehrenden Alten sie aus der Notlage befreit. Aber da habe ich soeben in meiner nächsten Nähe, in der Wagenspur, einen von den jungen Kiebitzen laufen sehen, sagst du. Der kann noch nicht fort sein, er muß sich hier versteckt halten! Und du gehst und suchst und spähst und blickst! Aber keine Spur, kein Lebenszeichen von einem jungen Vögelchen zeigt sich! Und ärgerlich kehrst du um und sagst: Wie ist es doch möglich, daß auf dieser öden Fläche, wo nichts als brauner Heidesand, kärglich kurzes Gras und ein alter, verschimmelter und vermoderter Pilz in der Wagenspur zu sehen ist, der junge Kiebitz fortkommen konnte! Fort?! Nein! Das geängstete, arme Kiebitzlein duckt sich in deiner nächsten Nähe! Du aber merkst es nicht: — Jetzt herzhaft schnell heran! Ergreif den — kalten, häßlichen, schimmelfädigen Pilz in der Wagenspur — und ein warmes, lebendiges Vöglein wird's in deiner Hand! Der junge Kiebitz hatte sich in die Bodenvertiefung geduckt — das Dunenmäntelchen mit den weißlichen Spitzen etwas gesträubt und gelockert, wodurch diese täuschenden Schimmelfäden mehr zur Geltung kamen und so dem Auge statt des regungslosen Vögleins einen häßlichen vermoderten Pilz vorgaukelten und vortäuschten. Ist dies nicht eine originelle Schutzmaske?! — für den jungen, hilflosen Sumpfvogel im Dunenkleide in der offenen, schutzlosen Heide?!"

Die Stockente (Anas boschas) verdankt ihren Namen einem in äußerster Bedrängnis angewandten Schutzverfahren. Wenn sie sich weder durch Untertauchen noch durch Abfliegen mehr vor Hund und Jäger zu retten weiß, setzt sie sich im Schatten der dunkelgrünen Schilfdickichte fest, reckt den langen Hals, den Kopf und vor allem den platten Schnabel kerzengerade in die Höhe und verharrt in dieser stocksteifen Haltung, bis die Gefahr vorüber ist. Jeder Nichteingeweihte wird eine solche Gestalt selbst in der Nähe für einen aus dem Wasser emporragenden Stock oder Pfahl halten und nicht im entferntesten an einen lebendigen Wasservogel denken. Einer ähnlichen Schutzstellung bedient sich die Rohrdommel (Ardea stellaris), deren schaurig dumpfer Ruf im Frühling weithin schallt. „Wir meinten," so schildert ein Bekannter Tümlers, „die Rohrhalme zitterten noch davon. Lautlos, vorsichtig schoben wir den Kahn mit der Spitze in das Röhricht direkt auf den Brüllton los, dabei scharf äugend nach vorn! — nach rechts! — nach links! Nichts als gelbes Rohr und wieder gelbes Rohr weithin! Es stand mitten darin ein dicker, oben spitzer Pfahl, graugelb von Farbe! Auf den Pfahl ging's leise zu, um dort auf festem Boden auszusteigen und von neuem zu beobachten! Da plötzlich! — beim Aussteigen über den Kahnbord

[1]) Natur und Offenbarung, Bd. 48, Heft 9. Münster i. W. 1902.



wird der düstere Pfahl mit eins lebendig, macht einen kräftigen Seitensprung — fuchtelt mit einigen mächtigen Flügelschlägen über den Rohrwald dahin und verschwindet in wenigen Sekunden wieder im Röhricht. Die Rohrdommel selber war's gewesen, die, von uns bedrängt, sich schnell ihrer Schutzmaske bedient hatte, indem sie sich auf ihre Fersen niedergelassen, den langen Hals und Schnabel fast senkrecht in die Höhe aufrichtete. Dabei hatte sie ihr sonst lockeres Gefieder um Hals und Brust straff angezogen. So saß die Rohrdommel, welche uns schon längst mit ihren gelbleuchtenden Augen bemerkt hatte, als ein verzauberter Pfahl nach Haltung und Färbung unbeweglich inmitten des Röhrichts. Erst unsere allernächste Nähe hatte sie zum plötzlichen Auffliegen gezwungen, wodurch wir erschreckt und sie gerettet wurde. So täuschend war diese Schutzfarbe und Schutzmaske dieses großen Sumpfvogels." Daß der Vogel sich seiner Schutzfärbung bewußt ist, scheint sein Verhalten in zoologischen Gärten zu beweisen. „Geht man an die große Volière der Rohrdommeln, wo keine Spur von dürrem Rohr oder Schilf, heran und erschreckt sie plötzlich, z. B. durch einen fuchsroten Hund u. s. w., sofort nehmen sie ihre Maskenstellung, auf die Fersen geduckt, an, wodurch sie außerhalb des Rohrwaldes nur um so auffälliger werden wie weiße Feldhühner auf schwarzer Erde."

Den wehrlosen **Kuckuck** schützt seine Verkleidung in einen Raubvogel vor den Angriffen anderer Tiere und ermöglicht ihm das ungestörte Unterschieben seines Schmarotzereies in die Nester der kleinen Sänger. Genau den alten, bläulichen Sperbern und den rötlichen Turmfalken entsprechend gibt es bläuliche und rötliche Kuckucke. Umgekehrt maskiert sich der Würger oder **Neuntöter** (Lanius collurio) als harmlosen Sänger, ahmt als ein echter Virtuos den Gesang der Nachtigall, des Buchfinken, der Lerche, der Grasmücke, der Singdrossel mit täuschender Genauigkeit nach, um, wenn sich die durch den Gesang angelockten und dupierten Sänger im Kreise gesammelt haben, sich plötzlich auf einen zu stürzen, ihn bei der Kehle zu packen, daß die Federn stieben, und abzuwürgen. Da der Würger einem Sänger in Größe, Färbung und Haltung ziemlich ähnelt, lassen sich die harmlosen Kleinen immer wieder täuschen.

Eines merkwürdigen Schutzkleides bedient sich der **Wendehals** (Iynx torquilla), ein vorzüglicher Schauspieler und Gaukler. In einer tiefen Querhöhle eines knorrigen Eichstammes sitzt er auf seinen Eiern. „Fritz reckte sich und auf den Zehenspitzen stehend guckte er in das große und tiefe Baumloch hinein. Aber mit eins sprang er, wie von der Tarantel gestochen, von dem Astloche zurück, daß der Hut auf die Erde kollerte, und rief: ‚Eine Schlange! Eine zischende Schlange liegt in dem Loch!' — Nur nicht so ängstlich, beruhigte ich ihn. Es ist nichts als der alte fauchende Wendehals, der seine Bruteier vor deiner eierraubenden Hand beschützen will! — Damit stellte ich mich zuvorderst an das Baumloch. Sofort fuhr der alte Wendehals fauchend in die Höhe, sträubte die Kopffedern hoch empor, riß seinen Rachen sperrweit auf, züngelte mit roter Zunge hin und her, zischte dabei unheimlich schrill, genau wie eine Otter, und rückte unter stetem Augenverdrehen und Halshin- und -herwenden und -winden immer näher zum Astloche hin. Dabei kam der schwarzbraune Rückenstreif, der bis zum breiten Schwanzende reicht, klar zum Vorschein, welcher unwillkürlich und augenscheinlich an eine zischende Kreuzotter erinnerte." Das andauernde natterartige Halswenden hat dem Vogel in manchen Gegenden auch die Bezeichnung „Otterwendel" oder „Natterwendel" eingetragen.

Über Schutzfärbung in Form der Somalyse, d. h. der **Körperzerlegung**, hat Fr. v. **Lucanus** einen anziehenden Aufsatz veröffentlicht.[1]) Der Verfasser hielt den kleinen **Buntspecht** in einem mit Aststücken und Korkrinde ausgestatteten Käfig. Der Specht zeigte die Gewohnheit, sich völlig regungslos zu verhalten, sobald er sich in Gefahr glaubte, und wenn man hätte meinen sollen, daß er durch seine bunte, schwarzweißrote Färbung trotzdem hätte auffallen müssen, so ist das durchaus nicht der Fall. „Oftmals" — schreibt der Beobachter — „trat ich an den Käfig heran und vermochte erst nach genauerem Hinsehen den Vogel zu erblicken, obgleich er doch unmittelbar vor mir an einem Aststück saß," von welchem ihn seine Färbung überdies scharf abhebt. Sogenannte Schutzfärbung, wie bei dem unscheinbaren Gewand des Baumkauzes, des Ziegenmelkers, der dürrlaubfarbigen Waldschnepfe, des erdfarbenen Rehhuhns oder des Laubfrosches, ist also nicht vorhanden.

Der Grund des Verborgenbleibens ist vielmehr in folgendem zu suchen. Bei den Buntspechten sind die verschiedenen Farben so verteilt, daß sie den Körper nicht mehr als einheitliches Ganzes erscheinen lassen. Die durcheinandergewürfelte schwarzweißrote Färbung zerlegt die Gestalt des Körpers in einzelne unregelmäßige Stücke. So erkennen wir schon aus verhältnismäßig geringer Entfernung den Buntspecht nicht ohne weiteres; denn wir sehen nur einzelne bunte Flecke, aus denen sich dann erst das Auge den Vogelkörper als solchen selbst aufbauen muß. Das Eigentümliche dieses Schutzmittels besteht also darin, ein Geschöpf durch absonderliche Farbenverteilung in Bezug auf Gestalt und Körperform dadurch unkenntlich zu machen, daß die Umrisse zerstört werden und der Körper in einzelne unregelmäßige Farbenflecke aufgelöst wird. Je schärfer die Farben voneinander abgesetzt erscheinen, je widersinniger sie die einzelnen Körperteile durchschneiden, um so deutlicher tritt die Schutzwirkung zu Tage. Ein passender Ausdruck für dieses Schutzmittel ist das Wort „Körperzerlegung" oder „Somalyse". Treffende Beispiele für Somalyse aus der Vogelwelt bieten der Wiedehopf, bei dem die schwarzweiße Querstreifung des Oberrückens und der Flügel diese Körperteile von dem lehmfarbigen Vorderkörper vollkommen abschneidet, ferner die gescheckte Elster, die männlichen Enten, während bei den Weibchen die echte, dem Brüten auf dem Erdboden angemessene Erdfärbung vorhanden ist.

Unter den Säugetieren führt v. **Lucanus** die **Zebras** als Beispiel an, von denen die Rei-

[1]) Journal für Ornithologie, 1. Jahrg., Heft 3.



senden versichern, daß sie ruhend schon auf verhältnismäßig nahe Entfernung sehr schwer zu erkennen sind, da die Streifenzeichnung den Körper als geschlossenes Ganzes vollständig auflöst; ferner Tiger und Leopard. Auch das gefleckte Jugendkleid vieler Hirscharten dient diesem Zwecke. Ich möchte diesen Beispielen noch zwei aus der Welt der Nachttiere hinzufügen, denen auf ihren Streifzügen besonders das Mondlicht gefährlich wird. Das erste bietet der **Dachs**, bei dem durch die eigenartige schwarze Längsstreifung des im übrigen weißen Kopfes und Halses die Form des Vorderkörpers völlig zerstört wird, während der übrige Leib schon an und für sich mehr einem plumpen Beutel als einem Tierkörper ähnelt. Dasselbe gilt übrigens von dem südamerikanischen Ameisenbär, bei dem die Somalyse an Kopf und Vorderteil in noch gelungenerer Weise als beim Dachse ausgeführt ist. Der braune Leib des in Südosteuropa lebenden **sarmatischen Iltis** wird durch am Kopf weiße, am Körper gelbe, völlig unregelmäßige Flecke in einer Weise gescheckt, daß man anstatt des Raubtieres eine Stelle des Bodens vor sich zu haben glaubt, auf welche das Mondlicht den Schatten von Baumblättern wirft. Bei manchen niederen Tieren, z. B. bei den bunten kleinen Waldeidechsen und vielen Insekten, tritt dasselbe Verbergungsprinzip in Wirksamkeit.

Vielfach läßt sich der Mensch von der Schutzfärbung ganze Zeitalter hindurch täuschen. Eine im ganzen Altertum viel erwähnte, auch im Mittelalter geglaubte Wundergeschichte, nämlich die Entstehung von Bienen und Wespen aus Tierkadavern, ist darauf zurückzuführen. Es ist gegenwärtig eine bekannte Tatsache, daß die **gemeine Schwebfliege** (Eristalis tenax), deren Rattenschwanzlarven in Aborten und anderen ähnlichen Örtlichkeiten zu finden sind, ihre Eier auf Aas legt. Die in der faulenden Masse sich entwickelnden Larven verwandeln sich endlich in einen Schwarm von Fliegen, welche nach Gestalt, Farbe und Haarbedeckung ganz wie Bienen aussehen, obwohl sie einer ganz anderen Insektengattung angehören. Auch die angebliche Entstehung von Wespen aus Pferdeleichen ist auf eine ähnliche Verwechslung mit einer wespenähnlichen Fliegengattung (Helophilus) zurückzuführen.

Dient die Nachäffung in diesen Fällen zum Schutze des nachahmenden Geschöpfes, so treffen wir bei einer fleischfressenden Wanze einen Fall von Mimicry behufs besserer Erbeutung ihrer Nahrung. Die 5 Millimeter lange Larve der ziemlich häufigen **Schreitwanze** hat an den Seiten des Hinterleibes zwei weiße Flecke und zwei ebensolche kleinere an den Hinterecken des Vorderrückens. Da diese Flecke zudem schwach durchschimmernd sind, so werden sie geradezu unsichtbar, d. h. von der ziemlich plumpen Gestalt des Tieres sind jene Stellen sozusagen wegretuschiert. Der Rest des Körpers, der schwarzbraune Färbung hat, erhält so unverkennbare Ähnlichkeit mit einer Ameise, und wenn man die Lebensweise dieser Larve in Betracht zieht, so kann der Zweck dieser Erscheinung keinen Augenblick unklar bleiben. Diese Tiere (Nabis latriventris) halten sich nämlich, im Gegensatz zu ihren auf Pflanzen weilenden Verwandten, vorwiegend am Boden zwischen Steinen und Wurzelrosetten auf, namentlich dort, wo sich Waldameisen tummeln. Es kann deshalb kaum zweifelhaft sein, daß unsere Nabislarven vornehmlich vom Ameisenraube leben, wobei ihnen ihr ameisenähnliches Gewand in trefflicher Weise zu statten kommt. Unbeachtet können sie sich an ihre Beute heranpürschen, um sie im rechten Augenblick mit den kräftigen Fangarmen zu packen und ihr den pfriemenförmigen gekrümmten Rüssel in den Leib zu bohren.

Ein merkwürdiges Schutzmittel haben manche Tierarten in Form der **Selbstverstümmelung** oder Autotomie ausgebildet. Am bekanntesten ist diese Erscheinung bei gewissen Spinnen, den langbeinigen Weberknechten, und manchen Heuschrecken, die sich, bei geringster Berührung ihrer Beine, dieser Gliedmaßen als eines höchst überflüssigen Artikels entledigen. Ähnlich machen es bisweilen die Eidechsen und die zu ihnen gehörende Blindschleiche, welche das Schwanzende opfern, wenn man sie daran zu ergreifen sucht. Auch bei einer Anzahl von Seetieren ist dasselbe beobachtet. **E. Riggenbach**[1]) berichtet, daß Schlangensterne und Seesterne, wenn man sie aufs Trockene bringt, ihre Arme abbrechen; einige Meermuscheln werfen ihre Arme oder Tentakeln, ja selbst ihre Kiemen ab, namentlich infolge chemischer Reizung, Nacktschnecken ebenfalls ihre Kiemen, und Tintenfische ihre Tentakeln. Diese Amputationen scheinen sich leicht und schmerzlos zu vollziehen; niemals zeigt die Bruchstelle am Körper eine offene Wunde; erstere schließt sich entweder sofort oder heilt doch sehr rasch. Nicht selten kommt es sogar zur Neubildung der abgeworfenen Körperteile. Die Bedeutung dieser Fähigkeit für die Erhaltung der betreffenden Tierarten ist klar: indem sie die von Feinden ergriffenen Teile, meist äußere, für die Erhaltung des Organismus weniger wichtige Organe, preisgeben und abstoßen, retten sie das bedrohte Leben.

Fortpflanzung und Regeneration.

Zu den widerwärtigsten Gegnern des Pflanzenfreundes und Blumenliebhabers gehören die Blattläuse. Von ihnen vor allem gilt, was Mephistopheles an „dem verdammten Zeug, der Tier- und Menschenbrut", auszusetzen hat: mit keinerlei Mitteln ist ihnen beizukommen, und immer zirkuliert ein frisches, neues Blut. Kaum in einer anderen Tierfamilie hat der Drang, das Dasein auf alle Fälle festzuhalten und in zahlreicher Nachkommenschaft fortzusetzen, eine solche Fülle von Wandlungen des Körpers und der Fortpflanzungsart gezeitigt wie bei ihnen. Dazu kommen die merkwürdigen Wanderungen vieler Arten, welche die verschiedenen Verwandlungen auch auf verschiedenen Pflanzen durchmachen und deshalb häufig für gar nicht zusammengehörende Wesen gehalten werden. Den vollständigen Lebensgang einer solchen **Blattlaus**, der amerikanischen Hormaphis hamamelidis, aufzuhellen, bedurfte es der mehr als 20jährigen Arbeit eines dortigen Insektenkundigen.[2])

[1]) Zoologischer Anzeiger, 1902, Nr. 653.
[2]) Die Umschau, 1902, Nr. 6.

Im Spätwinter findet man dort gelegentlich auf den jungen Trieben der auch bei uns eingeführten virginischen Hamamelis, eines erst im November und Dezember blühenden Zierstrauches, schwarze Blattlauseier. Aus ihnen schlüpfen Mitte April kleine schwarze, mit weißen, starren Wachsstäbchen besetzte Blattläuse; jede derselben verwandelt sich nach dreimaliger Häutung in einer selbsterzeugten hörnchenförmigen Galle auf der Oberseite der Blätter in ein plumpes, dunkles, weiß bereiftes Weibchen, die „Stammutter". Sie gebiert 100 bis 120 Junge, aus denen ebenfalls noch in der Galle nach viermaliger Häutung geflügelte Tiere werden, die nun jene Pflanze verlassen und die amerikanische Schwarzbirke aufsuchen. Hier setzen sie sich auf den Blattunterseiten fest und gebären, immer ohne vorhergehende Befruchtung, also auf parthenogenetischem Wege, jede etwa 50 Junge, die zuerst noch ganz blattlausartig aussehen, mit jeder Häutung aber an Breite zunehmen und schon nach der dritten Generation den Larven einer anderen Familie der Pflanzenläuse, den Mottenschildläusen, sehr ähnlich sehen. Sie sind zuletzt unförmlich breit, flach und rings von einem Strahlenkranze starrer Wachsstäbchen umgeben, von denen auch noch zwei Büschel auf dem Rücken emporragen. In diesem Zustande sind sie völlig unbeweglich und sitzen fest, und so verharren sie von der 3. bis 5. Generation, nur saugend und Junge hervorbringend. Ganz anders sehen die Tiere der sechsten Generation aus. In der Gestalt wieder blattlausähnlich, schwarz und dicht mit Wachsstäbchen besetzt, verwandeln sie sich nach viermaliger Häutung in geflügelte Tiere, ähnlich jenen der zweiten Generation, verlassen die Birken und fliegen auf die Hamamelissträucher zurück. Hier gebiert jede 7 bis 15 Larven, welche sich schließlich teils in zierliche kleine Männchen, teils in große plumpe Weibchen, die echten Geschlechtswesen der Spezies, verwandeln. Nach ihrer Vereinigung legt jedes Weibchen die oberwähnten 5 bis 10 Eier an die jungen Triebe des Strauches, und aus ihnen spinnt sich im Frühling des nächsten Jahres derselbe Kreislauf aufs neue fort: ein Wechsel der Formen, wie er im Tierreich in dieser Mannigfaltigkeit wohl unerreicht dasteht.

Schaden die Blattläuse, wo sie in größeren Mengen auftreten, besonders dadurch, daß sie die Blätter mit den von ihnen ausgespritzten Kotmassen, dem von den Ameisen begierig aufgesuchten Honigtau, überziehen und in der Atmung behindern, so beeinträchtigen die ihnen verwandten Schaumzikaden die von ihnen befallenen Gewächse durch Entziehung bedeutender Saftmengen. Nicht nur am Regenbaum Venezuelas, auch unter unseren einheimischen Weiden kann man es erleben, daß bei völlig heiterem Himmel ein kleiner Regenschauer eintritt, der von der ausgiebigen Tätigkeit der darauf haftenden, von ihrem Schaummantel umhüllten Zirpen verursacht wird. Im Volksmunde führt diese schaumige Afterausonderung den Namen „Kuckucksspeichel", nach der schon im frühen Mittelalter verbreiteten Anschauung, daß der Vogel diesen Speichel tatsächlich absondere und daß aus ihm, durch eine Art Urzeugung, die Singzikaden entständen. Im „Buch der Natur", der ersten deutsch geschriebenen Naturgeschichte (1350), erklärt Konrad v. Megenberg: „Der Gäuchspaichel pringet Ackergrillen, die werdent darauz." Vielleicht meinte er damit schon die kleinen weißen oder hellgrünen Larven der Schaumzirpen, welche sich zum Schutz gegen ihre Feinde, Ameisen, Vögel u. a., mit dem Aftersekret umhüllen. Innerhalb dieser Schutzhülle, deren Entstehung bei zwei verschiedenen Arten von M. Gruner genau beobachtet und geschildert[1]) ist, machen die Larven eine drei- bis viermalige Häutung durch, um schließlich als geschlechtsreife, geflügelte Tiere daraus hervorzugehen. Etwa eine Minute, nachdem eine Larve sich — in der Regel mit abwärts gewandtem Kopfe — am Zweige zum Saugen festgesetzt, beginnen die Hinterleibsringe sich rhythmisch aus- und einzuziehen und alsbald sieht man die winzigen Schaumkügelchen erscheinen, in die sich das Tier mittels Bewegungen des Leibes und der Hinterfüße in kurzer Zeit völlig einhüllt. Das Schaumhäufchen wird außer von der Besitzerin, der Zikadenlarve, noch von verschiedenen Lebewesen bevölkert, so daß jeder Kuckucksspeichel eine Art Mikroaquarium für eine zahlreiche mikroskopische Fauna, Amöben, Infusorienarten in ungeheurer Individuenzahl, eine Menge Rädertierchen u. a. bildet. Aus dem Schaum genommene Tierchen gehen in kurzer Zeit zu Grunde; die Absonderung schützt sie also nicht nur, wie durch Versuche nachgewiesen ist, gegen Ameisen, Spinnen und andere Feinde, sondern auch gegen Platzregen, Sonnenhitze und überhaupt trockene Atmosphäre. Dagegen werden sie häufig von Vögeln, besonders von jungen Fasanen, gefressen, namentlich wenn die Küchlein von den ziemlich dummen Truthennen geführt werden. Die von den jungen Tieren lebend hinuntergeschluckten Larven sollen durch das Emporkriechen an den Wänden der Speiseröhre die Fasanen derartig aufregen, daß sie schließlich zu Grunde gehen; als Gegenmittel gegen dieses als Geiferspinnenkrankheit bezeichnete Leiden wird Mandelöl benützt.

Ein anderes merkwürdiges, wahrscheinlich ebenfalls von den Hinterleibsorganen hervorgebrachtes Schaumsekret beobachteten jüngst im Staate Idaho (Vereinigte Staaten von Nordamerika) zwei Forscher. Längs eines Feldweges bemerkten sie in 2 bis 3 Meter Höhe schwebende, längliche, glänzend weiße Ballons, die offenbar mit kleinen Insekten zusammenhingen. Die ungefähr 7 Millimeter langen hohlen Objekte bestanden aus einer einzigen Schicht winziger, zäher Bläschen und trugen ein etwa halb so langes, zu den Schnepfenfliegen gehörendes Insekt (Empis poplitea), und zwar immer ein Männchen, welches sich für seine Ballonreise anscheinend auch noch mit Mundvorrat versehen hatte; denn fast stets fand sich im Vorderende des Ballons eine kleine Fliege eingeschlossen, welche jedoch möglicherweise auch als Kern für den zu beginnenden Ballonbau dienen mag. Der Zweck dieses Baues ist die Anlockung des Weibchens, welches sich dem

[1]) Biologische Untersuchungen an Schaumzikaden. Berlin 1901.



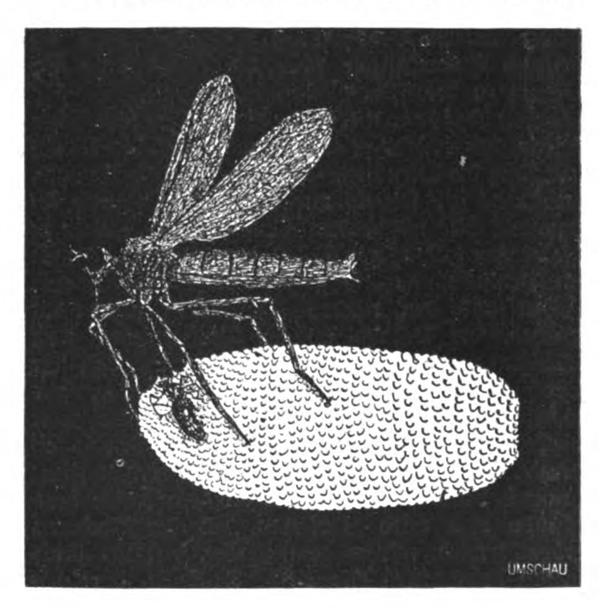
kühnen Luftschiffer bei seinem Auf- und Niederschweben von den benachbarten Blüten her zugesellt. Nach kurzer Liebesfreude läßt das Männchen den nutzlos gewordenen Ballon zur Erde fallen, wo er sogleich eine Beute der Ameisen wird.

Eine merkwürdige Entdeckung gelang vor kurzem Dr. Reichenbach hinsichtlich der Fortpflanzung der Ameisen.[1] Er setzte im Frühjahr 1899 elf Arbeiter der schwarzen Ameise (Lasius niger), der gemeinsten aller deutschen Ameisen, in ein leeres Beobachtungsnest und fütterte sie mit Invertzucker und zerschnittenen Mehlwürmern. Schon nach einigen Tagen bemerkte er, daß mehrere Eierhäufchen gelegt waren, und erwartete nun, aus diesen Eiern, falls die daraus entstehenden Larven nicht wie gewöhnlich dem Kannibalismus der Ameisen verfielen, höchstens Männchen hervorgehen zu sehen. Zu seinem Erstaunen lieferten aber die sich verpuppenden Larven typische, an Größe ihren Erzeugern gleichkommende Arbeiter, die nach einigen Tagen ausgefärbt waren und sich eifrig an der Arbeit beteiligten. Anscheinend sind hier also aus unbefruchteten, von Arbeitern gelegten Eiern der schwarzen Ameise wiederum Arbeiter entstanden.

Die Eierhäufchen vermehrten sich und bis gegen Ende Juni betrug die Zahl der Arbeiter über hundert. Das Leben und Treiben in der Gefangenschaft spielte sich ganz normal wie in einem gewöhnlichen Neste ab, und eine Menge von Larven und Puppen wurde fleißig gewartet, sortiert, gefüttert und beleckt. In der letzten Juliwoche, sozusagen auf den Tag, wo in den Gärten und Straßen Frankfurts geflügelte Männchen und Weibchen der schwarzen Ameise als Reste der Hochzeitsschwärme ermüdet umherkriechen, gingen aus der Kolonie etwa ein Dutzend schöner glänzender Männchen hervor, die einige Wochen am Leben blieben, aber, da sie nicht entrinnen konnten, natürlich das Schwärmen unterließen. Die meisten verunglückten durch Ankleben ihrer Flügel. Diese Vorgänge wiederholten sich in den Jahren 1900 und 1901, das Auftreten der Männchen fiel immer in die Zeit, wo auch außerhalb des Nestes das Schwärmen stattfand, so daß man vielleicht annehmen kann, daß sich auch in natürlichen Ameisenkolonien Arbeiter an der Erzeugung von Männchen beteiligen. Wer nun unser Wissen von der Fortpflanzung der Ameisen für abgeschlossen hält, der wird sämtliche Arbeiter dieser Lasiuskolonie aus unbefruchteten Eiern ableiten müssen, während sie in den natürlichen Kolonien aus befruchteten hervorgehen. Es erhebt sich aber die Frage, ob nach dem Auftreten der Männchen nicht vielleicht doch eine Art Begattung innerhalb des Nestes stattfand, oder ob vielleicht gar einige der elf ersten Arbeiter, welche die Kolonie gründeten, befruchtet waren. Die Überraschungen, welche die erneute Untersuchung des Geschlechtslebens bei den Bienen ergeben hat, lassen dies nicht unmöglich erscheinen. Im Frühling 1902, als nur noch etwa 20 Arbeiter am Leben waren, ging gegen Ende April aus unbekannten Gründen die ganze Kolonie ein.

[1] Biologisches Zentralblatt, Bd. 22, Nr. 14/15.

Das unermüdliche, streng geregelte Leben und Weben im Bienenstaate hat unzähligemal schon das Interesse — nicht allein der Naturforscher, das ist selbstverständlich, sondern auch der Dichter und Philosophen wachgerufen. Letzteren hat sich in einem kürzlich erschienenen Werke über „Das Leben der Bienen" der vlämische Dichterphilosoph Maurice Maeterlinck angeschlossen, dessen Buch ebenso von tief eindringendem Studium des Bienenlebens und der Bienenseele wie von erhabener Auffassung des Zieles aller, menschlicher wie tierischer, Entwicklung zeugt. Der Dichter mißt die Bienen mit menschlichem Maßstabe, obwohl er zugibt, daß wir im Grunde über die eigentlichen Triebfedern ihrer Tätigkeit nichts Sicheres wissen können. Aber wie hochpoetisch weiß er diese Fülle von Tätigkeit darzustellen; welche seltsamen und



Schnepfenfliege mit ihrem Ballon.

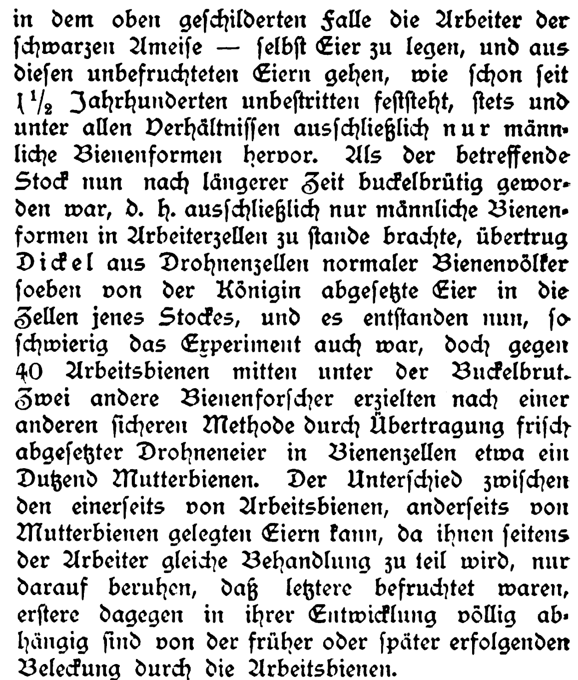
tiefen Gedanken entspringen seinem Hirn angesichts der so außerordentlich zweckmäßigen und doch nicht fehlerfreien Gesellschaftsordnung der Bienen! „Und nun vergleiche man die Fehler des Bienenstaates — Überfluß an müßigen und verderblichen Drohnen, die jungfräuliche Zeugung, die Gefahren des Hochzeitsausfluges, der Mangel an Mitleid, die geradezu ungeheuerliche Aufopferung des Individuums zu Gunsten der Art, die seltsame Vorliebe zum Aufspeichern unmäßiger Mengen unbenützt bleibenden, hart und ranzig werdenden Pollens, das lange unfruchtbare Interregnum vom ersten Schwärmen bis zur Befruchtung der zweiten Königin — man vergleiche diese Fehler mit denen der menschlichen Gesellschaft. Wenn wir Bienen wären, welche die Menschen beobachteten, so würde unser Erstaunen groß sein, wenn wir z. B. die unlogische und ungerechte Verteilung der Arbeit in einem Geschlechte beobachteten, das im übrigen mit hervorragendem Verstande ausgerüstet scheint. Wir sehen die Oberfläche der Erde, die einzige Stätte alles gemeinsamen Lebens, von zwei bis drei Zehnteln der

Gesamtbevölkerung mühsam und unzureichend bebaut; ein anderes Zehntel zehrt in absolutem Müßiggange den besten Teil der Produkte jener Arbeit auf, und die sieben übrigen Zehntel sind zu ewigem Halbverhungern verdammt und erschöpfen sich unaufhörlich in seltsamen und unfruchtbaren Anstrengungen, von denen sie doch nie etwas haben werden, und die nur den Zweck zu haben scheinen, das Dasein der Müßiggänger noch komplizierter und unerklärlicher zu machen. Wir würden — als Bienen — daraus folgern, daß Vernunft und Moralbegriffe dieser Wesen einer Welt angehören, die von der unseren ganz verschieden ist, und daß sie Prinzipien gehorchen, die zu begreifen wir nicht hoffen dürfen." So Maeterlinck. Und daß wir, wenn wir die Unvollkommenheiten des Bienenstaates besprechen, vielfach nicht tatsächliche Mängel, sondern nur Fehler unserer Beobachtung treffen, scheinen die neueren Entdeckungen über die Entwicklung der Bienen zu beweisen.

Seit Dzierzon (1845), dem großen schlesischen Bienenzüchter, galt es für eine unumstößliche Wahrheit, daß die befruchtete Bienenmutter, die Königin, im stande sei, sowohl unbefruchtete als auch befruchtete Eier abzusetzen. Aus ersteren, welche in die großen sechseckigen Zellen gelegt werden, gingen die Drohnen, aus letzteren, welche den kleineren Zellen und den runden Weiselzellen anvertraut werden, die Arbeits- und die Mutterbienen oder Königinnen hervor. Die Behauptung, daß die Drohnen, die Männchen des Bienenstockes, aus unbefruchteten Eiern hervorgingen, wurde zwar vielfach angefochten und sogar der Beweis erbracht, daß auch die Drohneneier befruchtet seien; dennoch blieb die Theorie Dzierzons die herrschende und wird es bleiben, bis der Nachweis erbracht wird, wie es denn zugehe, daß aus gleichmäßig befruchteten Eiern hier Drohnen, dort verkümmerte Weibchen, die Arbeitsbienen, entstehen. Einen solchen Nachweis hat bisher nur Ferdinand Dickel[1]) zu führen versucht. Er vertritt auf Grund eingehender Forschung folgenden Satz:

„Die befruchtete Mutterbiene setzt in alle Zellen befruchtete Eier ab; die Arbeitsbienen sind es, welche die geschlechtliche Entwicklungsrichtung derselben durch Drüsensäfte bestimmen." Die Arbeitsbienen beschäftigen sich schon bald nach dem Absetzen der Eier in die Zellen lebhaft und ziemlich andauernd mit ihnen; ihre Tätigkeit hat aber nur dann Erfolg, wenn die Eier normal abgesetzt sind, d. h. mit einem der beiden Polenden frei in der Zelle schweben. Liegen sie dagegen flach am Zellenboden oder auf den Zellenwänden, so entwickeln sie sich nie zu Larven, ebensowenig, wenn man die Arbeiter durch einen ganz feinen Drahtgazeverschluß von der Berührung der Eier fernhält. Daß auch die Drohneneier befruchtet sind, glaubt Dickel durch folgendes Experiment bewiesen zu haben. Er beraubte eine Bienenkolonie der Königin und aller Brut. In diesem Falle beginnen die befruchtungsunfähigen Arbeiter — wie

¹) Der gegenwärtige Standpunkt meiner Entwicklungstheorie der Honigbiene. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Bd. 16, Nr. 16.



in dem oben geschilderten Falle die Arbeiter der schwarzen Ameise — selbst Eier zu legen, und aus diesen unbefruchteten Eiern gehen, wie schon seit $1^1/_2$ Jahrhunderten unbestritten feststeht, stets und unter allen Verhältnissen ausschließlich nur männliche Bienenformen hervor. Als der betreffende Stock nun nach längerer Zeit buckelbrütig geworden war, d. h. ausschließlich nur männliche Bienenformen in Arbeiterzellen zu stande brachte, übertrug Dickel aus Drohnenzellen normaler Bienenvölker soeben von der Königin abgesetzte Eier in die Zellen jenes Stockes, und es entstanden nun, so schwierig das Experiment auch war, doch gegen 40 Arbeitsbienen mitten unter der Buckelbrut. Zwei andere Bienenforscher erzielten nach einer anderen sicheren Methode durch Übertragung frisch abgesetzter Drohneneier in Bienenzellen etwa ein Dutzend Mutterbienen. Der Unterschied zwischen den einerseits von Arbeitsbienen, anderseits von Mutterbienen gelegten Eiern kann, da ihnen seitens der Arbeiter gleiche Behandlung zu teil wird, nur darauf beruhen, daß letztere befruchtet waren, erstere dagegen in ihrer Entwicklung völlig abhängig sind von der früher oder später erfolgenden Beleckung durch die Arbeitsbienen.

Die Bedeutung der freilich noch nicht einwandfreien und von anderer Seite stark angefochtenen Experimente Dickels ließe sich dahin zusammenfassen, daß die Bienen, wenn alle drei Arten Eier in befruchtetem Zustande abgelegt wurden, das Schenksche Problem der willkürlichen Geschlechtsbestimmung längst gelöst hätten, indem es ihnen möglich ist, durch Umspeichelung des Eies mit Drüsensäften die männlichen oder weiblichen Merkmale zum Durchbruch zu bringen.

Wie eng der Zusammenhang zwischen Fortpflanzung und Regeneration auch in der höheren Tierwelt ist, hat besonders der Forstmann zu beobachten Gelegenheit.

Unter den sogenannten „sekundären Sexualorganen", d. h. denjenigen Geschlechtsmerkmalen, welche nicht unmittelbar der Fortpflanzung dienen, sondern die Werbung, den Kampf um die Weibchen und ähnliche Zwecke fördern, sind die Geweihe der Hirscharten besonders merkwürdig. Ihre Bedeutung hat Forstmeister Adolf Rörig in mehreren ausführlichen Arbeiten erörtert, in denen manche in weiten Kreisen eingebürgerte falsche Meinung widerlegt wird.[1]) Die unmittelbaren Vorfahren der hirschartigen Tiere (Cerviden) waren geweihlos, und einige Hirschartige, z. B. die in Asien lebenden Moschustiere und das Wasserhirschchen, sind es noch heute und haben anstatt des Kopfschmuckes gebogene, bei den Männchen besonders lange obere Eckzähne. Die Entwicklung des Geweihes begann, soweit unsere Kenntnis reicht, in der mittleren Tertiärzeit, im Anfang der Miocänperiode.

„In der bezeichneten geologischen Periode", schreibt Rörig, „wurden die Geweihe in den um die Weibchen geführten ‚Brunst-' beziehungsweise Begattungskämpfen von den Männchen erworben, nachdem die ursprüngliche Waffe ihrer Vorfahren,

¹) Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 10 und 11. Die Umschau, 5. Jahrgang, Nr. 21. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. Neue Folge, Bd. 1, Nr. 5.

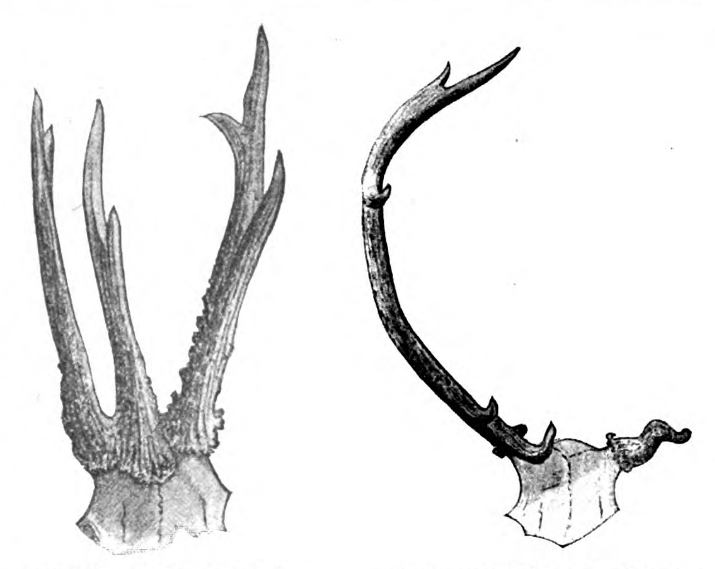


welche in starken und weit hervorragenden Oberkiefer-Eckzähnen bestand, sich als unzureichend erwiesen und eine veränderte Kampfmethode, welche in Stößen Stirn gegen Stirn bestand, sich herausgebildet hatte. Das Geweih ist demnach nicht allein ein aus dem Geschlechtsleben unmittelbar hervorgegangener Charakter, sondern auch ein an die Funktion des Kampfes angepaßtes Organ."

Ursprünglich in einfachen Spießen bestehend, entwickelt das Geweih sich noch in der mittleren Tertiärzeit zu gabelförmigen Gebilden und erlangte im Laufe der späteren geologischen Perioden die Form von sprossenreichen Stangen und Schaufeln, die bei den verschiedenen Hirscharten spezifische Gestalt annahmen. Bisweilen werden sie auch durch Vererbung auf die im allgemeinen geweihlosen Weibchen übertragen, z. B. bei den Renntieren, deren weibliche Individuen nach vielgeglaubter Ansicht deshalb mit Geweihen ausgerüstet sein sollen, um zur Winterszeit mittels der Schaufelteile die Nahrung unter dem Schnee hervorscharren zu können. Es ist jedoch längst festgestellt, daß die Renntiere, Männchen wie Weibchen, zum Fortscharren des Schnees lediglich die vorderen Hufe benutzen. Die Männchen wären zum Fortschaufeln des Schnees nicht im stande, da sie zur Winterszeit die sehr empfindlichen, im Aufbau begriffenen behaarten Kolbengeweihe tragen, und auch unter den Renntierkühen sind manche Rassen, z. B. bei den wilden Renntieren im Gouvernement Kasan, durchweg geweihlos.

„Am deutlichsten offenbart sich der geschlechtliche Charakter der Geweihe in der Art des periodischen Erscheinens und Verschwindens derselben, indem dieses Kampforgan regelmäßig seine völlige Reife erlangt einige Zeit vor Beginn der Brunstperiode und wiederum hinfällig, d. h. abgeworfen wird einige Zeit nach Beendigung derselben."

Die enge Wechselbeziehung zwischen dem Geweih und den Zeugungsteilen der Hirschartigen läßt sich sowohl an direkten Experimenten als auch bei Erkrankungen oder Verletzungen letzterer Organe erweisen. Teilweise oder völlige Kastration (d. h. Entfernung der Zeugungsorgane) beim Hirsch verhindert je nach dem Alter des operierten Tieres die Entstehung der Geweihzierde völlig oder läßt die entstehenden Geweihe schwächer werden, nicht ausreifen und ausarten. Findet z. B. die Kastration des Hirsches zur Zeit der völligen Reife des Geweihes statt, so wird das ausgebildete Geweih bestimmt innerhalb weniger Wochen wieder abgeworfen. Danach wird ein neues Geweih entwickelt, welches niemals ausreift, beständig von der Gefäßhaut bedeckt bleibt, sich oft zum sogenannten Perückengeweih, einer merkwürdigen Knochenwucherung an Stelle des Geweihs, ausbildet, nicht gefegt und nicht abgeworfen wird. In diesem wie in anderen Fällen ist dem Hirsche oder Rehbock nur noch eine kurze Lebensdauer beschieden. Wird



Geweihbildung infolge Längsspaltung des rechtsseitigen Stirnzapfens.

Abnormes Edelhirschgeweih infolge Verletzung des rechten Hinterlaufes.

eine vollständige Kastration bei einem jugendlichen Hirsche vorgenommen, so entwickeln sich weder Geweihe noch auch die Träger derselben, die Stirnzapfen.

Vollkommen irrig ist die Meinung, daß Mißbildungen der Geweihe durch Stöße an Baumzweigen oder ähnliche Verletzungen etwa bei der Flucht des Hirsches während der Zeit der Neubildung des Geweihes entstehen. Dagegen weist Rörig nach, daß außer durch obenerwähnte Ursache eine abnorme Geweihbildung auch durch eigentümlichen Bau der Stirnzapfen oder durch Abwesenheit derselben, ferner durch Erkrankung des Hirsches und drittens durch Verletzungen der Weichteile und des Knochengerüstes verursacht werden kann. „So kommt jede Störung, welche der Cervidenkörper erleidet, in der Geweihbildung unverkennbar zum Ausdruck. Das Geweih ist eben ein sehr empfindliches Organ, das auf alle an dem Körper seines Trägers sich geltend machenden Einflüsse aufs kräftigste reagiert."

Der Stirnzapfen z. B. besitzt in jedem seiner Teile eine unabänderliche Prädisposition (vorherige Anlage) zur Entwicklung eines ganz bestimmten Geweihteiles, in der Art, daß der vordere Teil des Zapfens nur Geweihteile hervorbringt, die den vorderen Teil des Geweihes ausmachen; er zeigt eine Tendenz zur Drehung, die sich zuweilen mit solcher Kraft geltend macht, daß die aus Stirnzapfen dieser Art hervorgehende Geweihhälfte ungewöhnliche Drehungen zeigt, Sprossen, die normalerweise nach vorn gerichtet sind, infolge übertriebener Drehung auswärts und selbst rückwärts gerichtet sind. Ist ein Stirnzapfen durch irgend welche Einflüsse in zwei Teile gespalten, so können sich vordere und hintere Geweihhälften getrennt entwickeln, und es entsteht ein dreihörniger Hirsch, dessen vordere Stangenhälfte ziemlich in der Mitte steht. Vielleicht gab ein solches, ziemlich seltenes Vorkommnis, von dem Rörig eine Abbildung bringt, Anstoß zu der Sage vom Hubertushirsch, dem zwischen beiden Geweihstangen ein Kreuz tragenden Bekehrer des



später zum Heiligen erhobenen Patrons aller Weidmänner.

Verletzung der Weichteile und Knochen eines der Hintergliedmaßen wirkt, anscheinend ohne Ausnahme, auf die Umbildung des Geweihes in diagonaler Richtung, über Kreuz, ein, so daß z. B. ein Knochenbruch des linken Hinterlaufes die rechte Geweihstange verunstaltet. Entsteht dagegen die Verletzung an einer vorderen Extremität, so wirkt dies auf die Geweihbildung beider Geweihhälften verunstaltend; doch pflegt die Umbildung auf der verletzten Seite größer zu sein als auf der nicht verletzten. Auch in diesen Fällen hängt die Größe der Mißbildung einmal von der Schwere der erlittenen Verletzungen, sodann von dem Zeitpunkte ab, in dem die Verletzung empfangen wurde; bei einem schon in der Neubildung begriffenen Geweih kann sie sich erst von dem Moment ab geltend machen, in welchem die Verletzung erfolgt, und man kann bei einem aus diesem Anlaß abnorm gewordenen Geweih mit ziemlicher Sicherheit angeben, in welcher Zeit der Hirsch oder der Rehbock die Verletzung erhalten hat.

Für die Wirkung innerer, z. B. die Verdauungsorgane betreffender Störungen auf die Geweihbildung gibt R ö r i g mehrere typische Fälle. „Einem in einem Parke gehaltenen Edelhirsche wurden von seinem Besitzer längere Zeit Zigarrenstummel verabreicht, die der Hirsch auch mit Begierde verzehrte. Das Nikotin wirkte aber auf die Verdauungsorgane des Hirsches so nachteilig ein, daß sich Erkrankungssymptome zeigten, daß das Geweih nicht völlig reif und nicht gefegt wurde, so daß der Hirsch ein ganzes Jahr hindurch mit verkümmertem Kolbengeweih umherlief. Nachdem nun dem Hirsche keine Zigarren mehr verabreicht worden waren, wurde das vertrocknete Kolbengeweih abgeworfen, und der Hirsch setzte im nächsten Sommer ein normales und kapitales Geweih von 14 bis 16 Enden auf."

Das Versuchskaninchen der Biologen ist gegenwärtig der — R e g e n w u r m. Ist schon seine Fortpflanzungsweise, sein Liebesleben interessant genug, so bieten die Regenerationsvorgänge, welche der Forscher durch die mannigfaltigsten Verletzungen, Verstümmelungen und Zusammenheilungen bei ihm hervorruft, uns das Bild einer schier unausrottbaren Lebenskraft. Bei quer durchschnittenen Würmern bildet sich am Hinterstück ein neues Kopfende; das Vorderende repariert nur, wenn es wenigstens ein Dutzend Ringel oder Segmente umfaßt. In der zwischen beiden Endabschnitten gelegenen Rumpfpartie ist die Fähigkeit, sich wiederherzustellen, über die vordere Körperhälfte hinaus außerordentlich groß, nimmt von da nach hinten zu, besonders im letzten Körperdrittel, merklich ab. Wenn das Vorderende neu zu bilden ist, so wird das Zellenmaterial hiefür von der Oberhaut oder Epidermis geliefert, welche äußerst lebhaft zu wuchern beginnt und mit Ausnahme des Darmkanals sämtliche verloren gegangenen Teile zu ersetzen scheint. Am meisten beeilt der verstümmelte Organismus sich mit der Neubildung des Gehirns, das beim Regenwurm durch das obere Schlundganglion (Nervenzelle) dargestellt wird und nach Verletzungen „mit zielbewußter Raschheit" ersetzt wird.[1]) „Die Herstellung eines nervösen Mittelpunktes scheint demnach die erste und dringendste Aufgabe der Reparation zu sein und läßt so die fundamentale Wichtigkeit des Gehirns als leitenden Faktors im Organismus besonders deutlich erkennen."

Die erstaunliche Regenerationsfähigkeit des Regenwurmes hängt mit der Fähigkeit zusammen, sich auf verschiedene Reize hin durch Abwerfen des hinteren Körperendes selbst zu verstümmeln. Eine solche Selbstamputation erfolgt bei körperlichem Unbehagen oder auf mechanische, chemische und elektrische Reize hin, und zwar vollzieht sie sich in der Weise, daß vor der gereizten Stelle der Leib sich zwischen zwei beliebigen Ringeln einschnürt und das Hinterende fahren läßt. Wie wichtig diese Fähigkeit für die Würmer ist, wird uns klar, wenn wir das Verhalten eines überraschten und am Hinterende ergriffenen Regenwurmes beobachten. Das Vorderteil schlüpft schleunigst in die Erde, hält sich dort mit großer Muskelkraft fest und ist nicht selten im stande, das glatte gefährdete Hinterende auch noch zu retten. Ist letzteres aber schon in den Zähnen oder Kiefern eines Gegners, so wäre offenbar das ganze Tier trotz seiner Muskelkraft schließlich verloren ohne die Fähigkeit, das gefährdete Stück preiszugeben. Diese Fähigkeit wäre aber nutzlos, wenn ihr nicht die bewunderswürdige Regenerationskraft zu Hilfe käme und für Ersatz sorgte.

Die in der ganzen Tierwelt von den Würmern bis hinauf zu den Kriechtieren (Eidechsen, Blindschleichen, Geckos und Leguans) verbreitete S e l b s t v e r s t ü m m e l u n g oder Autotomie dient meistens als Schutz oder Verteidigungsmittel. Doch kann sie sich, wie das im ersten Abschnitt dieses Kapitels dargestellte Beispiel des Palolowurmes zeigt, auch in den Dienst der Fortpflanzung stellen. Ein anderes Beispiel unzweifelhafter Autotomie zu gleichem Zwecke liefern die Tintenfische. Der Papiernautilus und andere verwandte Arten besitzen in dem sogenannten Hektokotylus einen merkwürdig umgestalteten, seinem ursprünglichen Gebrauche völlig entfremdeten Fangarm. Dieser nimmt die männlichen Fortpflanzungsprodukte in sich auf, löst sich zur Zeit der Geschlechtsreife vom Männchen ab und schwimmt selbständig herum, um in die Mantelhöhle des Weibchens einzudringen und hier die Befruchtung zu vollziehen. Da er längere Zeit am Leben bleibt, so wurde er früher als ein parasitischer Wurm angesehen, bis man endlich seine Ablösung und wahre Natur erkannte. Zwischen der Selbstverstümmelung und der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Teilung und Knospung bestehen ganz enge Beziehungen. Nicht selten gibt die Selbstamputation Anlaß zu ausgiebiger Vermehrung auf ungeschlechtlichem Wege, indem aus einer Reihe von Zerfallstücken, die aus irgend einem Angriff auf das betreffende Tier hervorgehen, ebenso viele neue Individuen entstehen. Wenn die durch Knospung sich vermehrenden Blumentiere oder Aktinien mit ihrer Fußscheibe über den Meeresgrund hinkriechen,

[1]) F. v. W a g n e r, Beiträge zur Kenntnis der Reparationsprozesse bei Lumbricolus variegatus. Zool. Jahrb., Bd. 13.



so geschieht es nicht selten, daß Stücke der Scheibe zurückbleiben, sich ablösen und zu vollständigen Aktinien auswachsen. Es dürfte schwer fallen, zu entscheiden, ob in solchen Fällen ein wirklicher Knospungsprozeß oder ein eigentlicher Selbstverstümmelungsvorgang vorliegt. Man könnte sogar noch weiter gehen und auch die Abstoßung der männlichen und weiblichen Geschlechtszellen als Autotomie auffassen, und zwar als eine in den Dienst der ganzen Art gestellte und diese vor dem Untergang rettende Autotomie im Gegensatz zu der das Individuum vor dem Verderben bewahrenden individuellen Amputation.

Außer zu Studien über die Regeneration hat man den Regenwurm auch zu sogenannten **Transplantationsversuchen** benützt — fast möchte man im letzteren Falle sagen: gemißbraucht, indem man Teilstücke verschiedener Tiere zu einem neuen Wesen vollständig und dauernd vereinigte. Darm verwächst mit Darm, die Blutgefäße der Hälfte des einen Tieres verschmelzen mit denen der Hälfte des anderen, selbst wenn man eins der Teilstücke um 90 oder 180° gegen das andere dreht, und in ähnlicher Weise vereinigen sich die Nervenstränge. Ja so gewaltig wirkt die Lebenskraft, daß sich sogar gleichnamige Stücke (Schwanzstück und Schwanzstück) vereinigen lassen. Das so entstehende neue Wesen muß freilich, da ihm die Möglichkeit der Nahrungsaufnahme versagt ist, zu Grunde gehen, während andere dieser siamesischen Regenwurmzwillinge ein Alter von nahezu 6 Jahren erreicht haben; auch im Freien unter natürlichen Verhältnissen soll das Tier nur etwa 7 Jahre alt werden. Dr. **Rabes**, der neben anderen Forschern derartige Verwachsungsversuche vielfach ausgeführt und studiert hat, berichtet [1]) auch über folgenden gelungenen Fall der **seitlichen** Einpfropfung eines Teilstückes in ein anderes, vollständiges Tier.

„Einem Lumbricus rubellus (rötlichen Regenwurm) wurde eine Seitenwunde beigebracht, die Darm, Bauchgefäß und Bauchmark durchtrennte und in die sodann ein Hinterstück von einem anderen Wurme in entsprechender Orientierung eingenäht und zur Verwachsung gebracht wurde. Infolgedessen ist der Darm des Seitenstückes glatt und breit mit dem des Hauptstückes verwachsen, die Enden des Bauchmarks vom Hauptstück aber haben sich wieder vereinigt, so daß die Ganglienkette des eingepflanzten Stückes isoliert geblieben ist.“ Leider — was unserem Laienverstand als die Hauptsache erscheint: ob diese merkwürdige gabelförmig aussehende Vereinigung zweier verschiedener Wesen lebensfähig war, und wie sie sich ernährt, fortbewegt und überhaupt geäußert habe — darüber erfahren wir nichts.

Auf dem Aussterbeetat.

Den bösen Ruhm, das grimmigste Raubtier auf dem ganzen Erdenrund zu sein, bewahrheitet der Mensch, im besonderen der Europäer, nicht nur seinesgleichen, sondern vor allem auch der wehrlosen Tierwelt gegenüber. Nicht der Indianer hat den gewaltigen Bison, nicht der Neger den afrikanischen Elefanten der Vernichtung nahegeführt, sondern der mit Pulver und Blei bewehrte, von Habgier gestachelte Weiße, und wenn nicht alsbald für die europäischen Kolonial- und Schutzgebiete ähnliche Jagdgesetze erlassen und streng durchgeführt werden wie für die heimische Tierwelt, so werden unsere Nachkommen über recht einsame und verödete Gefilde wandeln.

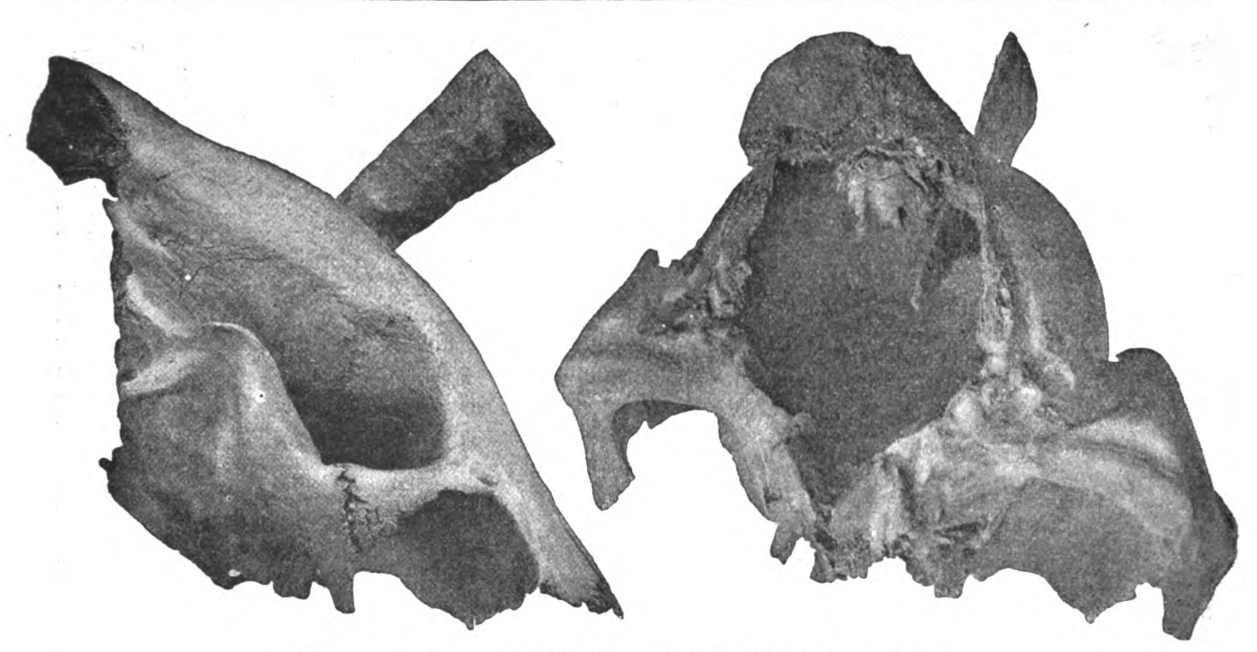
Geheimnisvolle oder wenigstens nicht bis zu unumstößlicher Sicherheit aufgeklärte Gründe haben auch in vorgeschichtlicher oder frühhistorischer Zeit manches Tiergeschlecht bei uns dahin schwinden lassen. Weshalb starben in Sibirien und Europa die **Mammuts**, die Nashornarten und andere gleichzeitige Tierarten, von denen wir bei uns die Knochen, im Eise Sibiriens noch ganze wohlerhaltene Kadaver finden, aus? In Sibirien, wo der erste Mammutfund im Jahre 1799 gemacht wurde, starben diese Tiere nach der Ansicht des Barons v. **Toll** infolge eines Wechsels in den physisch-geographischen Verhältnissen der Gegend aus und blieben infolge einer ständigen, vielleicht gar zunehmenden Kälte unverwest im Boden erhalten. Auch bei uns müssen sie ähnlichen Ursachen erlegen sein; denn daß der Mensch, obwohl er das Mammut zu seinen Jagdtieren zählte, ihm den Garaus gemacht haben sollte, ist bei der geringen Anzahl der europäischen Diluvialmenschen nicht anzunehmen. Weit eher könnte er den Untergang des europäischen **Wildpferdes** verschuldet haben, das der Ur- und Alteuropäer zu den ergiebigsten und schmackhaftesten Jagdbraten gerechnet zu haben scheint. Im südlichen Schweden (Schonen) ist kürzlich ein Pferdeschädel gefunden worden, der von einem sorgfältig gearbeiteten, an der breitesten Stelle abgebrochenen und daher nur noch 11 Zentimeter langen Feuersteindolch durchbohrt ist. Die der jüngeren Steinzeit angehörige Handwaffe ist an tödlicher Stelle, zwischen den beiden Scheitelbeinen, mit solcher Kraft ins Gehirn getrieben, daß die Knochen nicht im geringsten gesplittert sind und der Tod des Tieres augenblicklich erfolgt sein muß. Nach dem Urteil Sachverständiger ist nicht anzunehmen, daß selbst ein starker Mann durch ausschließliche Handkraft eine so kurze und stumpfe Handwaffe hätte hineintreiben können. Es bleibt nur die Möglichkeit, daß der Dolch durch einen Keulenschlag hineingetrieben, mit anderen Worten: daß das Tier geschlachtet ist; denn auf der Jagd läßt sich eine derartige Tötungsweise nicht anwenden. Allem Anschein nach ist der Fundort des Schädels ein vorgeschichtlicher Opferplatz, und das Pferd, welches während der Quartärzeit in Schweden wahrscheinlich niemals wild gewesen ist, befand sich schon im Zeitalter der jüngeren Steinzeit in wenigstens halbgezähmtem Zustande. Auch im übrigen Nordeuropa scheint das wilde Pferd nach der Eiszeit nur ganz selten vorgekommen zu sein.

Werfen wir nun, da die Verluste der Vorzeit schon verschmerzt werden müssen, einen Blick auf die Lücken, mit denen gegenwärtig zunächst unser europäischer Wildstand bedroht ist.

Auf dem Aussterbeetat stehen für Deutschland gegenwärtig, nachdem der letzte **Luchs** am

[1]) Naturwiss. Wochenschrift, Neue Folge, Bd. 1, Nr. 35.





Pferdeschädel von Ingelstad mit Feuersteindolch. Ansicht von der Seite und von hinten.

23. November 1901 in Ostpreußen (Oberförsterei Schorellen, Regierungsbezirk Gumbinnen) erlegt ist, der Biber und der Wisent, der europäische Bruder des nordamerikanischen Bison. Der **Biber**, wegen seiner wasserstauenden Dammbauten, der Beschädigungen der Stromdeiche und der seinem Bau- und Nagetriebe zum Opfer fallenden Hölzer verhaßt, lebt, zwischen Sein und Nichtsein schwebend, in wenigen Dutzend Individuen nur noch im mittleren Elbgebiet im Herzogtum Anhalt und der Provinz Sachsen; in den herzoglichen Privatforsten und den königlichen Besitzungen zwar das ganze Jahr hindurch geschont, ist er im übrigen mit Ausnahme weniger Monate der privaten Willkür so völlig preisgegeben, daß es uns nicht wundernehmen darf, von ihm eines Tages zu hören: er ist nicht mehr. Der **Wisent**, ein Bewohner der Sumpfurwaldes, geht an den wenigen Orten, wo er noch gehegt wird, teils unter der Ungunst des unzureichenden Aufenthaltes, teils infolge der blutverschlechternden Inzucht, langsam zu Grunde, während die zweite alteuropäische Wildkuh, der Ur oder Auerochse, von dem ein großer Teil unserer Hausrinder abstammt, schon im XVII. Jahrhundert erloschen ist.

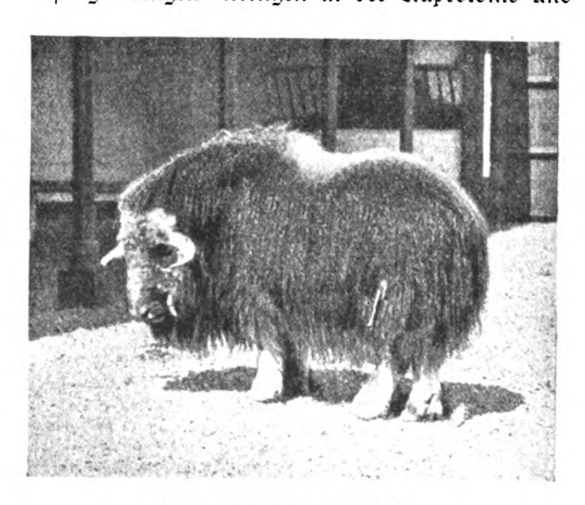
Als direkter, wenig veränderter Nachkomme des Ur wird das **schottische Parkrind** angesehen, welches noch jetzt in halbwildem Zustande in den Forsten englischer Großgrundbesitzer lebt, hier jedoch aus verschiedenen Gründen, vor allen Dingen ebenfalls infolge fortdauernder Inzucht, rasch dem Aussterben entgegengeht. Schon im X. Jahrhundert wird das Parkrind, „wild catl" der Engländer, für die Wälder von Wales, Nordengland und Schottland erwähnt; vom XIII. an vergeht kein Jahrhundert, ohne daß wir Nachrichten über die Tiere in Urkunden und Chroniken verzeichnet fänden, und zur Zeit der Königin Elisabeth scheint das Interesse für sie ein sehr reges, ihr Bestand ein hervorragend starker gewesen zu sein. Heutigen Tages werden die Tiere noch in sechs großen Parks gehalten, und an ebenso vielen Orten sind sie im Laufe des XIX. Jahrhunderts ausgestorben. Im Chartley Park befindet sich seit den ältesten Zeiten eine dieser Herden, deren Mitglieder sämtlich von weißer Farbe sind. Der Aufenthaltsort der Tiere ist ein etwas erhöhtes, etwa 40 Hektar großes wildes Tafelland, bedeckt mit grobem Gras, Binsen, Heidelbeeren, Heidekraut und Flächen üppigen Farnkrauts, zwischen dem die Kühe ihre Kälber verbergen. Wenige Gruppen verwitterter alter schottischer Kiefern und Birken gewähren im Sommer etwas Schutz vor den heißen Sonnenstrahlen. Rot- und Damwild sowie zahllose wilde Kaninchen und deren Feinde teilen den bereits um 1200 eingehegten, jetzt einen Teil des Chartley Parks bei der Stadt Uttoxeter bildenden Wohnsitz der wilden Rinder. Wenn die Herde gestört wird, so rennen die Tiere eine kurze Strecke in vollem Galopp weg, machen dann halt und umgehen ihren Feind im Halbkreise. Die Bullen sind immer vorn, die Kühe hinter ihnen und die jüngeren Tiere und Kälber ganz hinten aufgestellt. Nähert man sich, so wird dieses für die wilde Abstammung sprechende Benehmen wiederholt oder auch ein Angriff auf den Störenfried gemacht.

Von den Zeitgenossen des Mammut, des riesigen Höhlenbären und des Riesenhirsches sehen wir noch den **Elch**, das Elentier, unter uns wandeln; den Südeuropäern war er schon zu Cäsars Zeiten zum Märchen geworden, von dem sie erzählten, er entbehre der Kniegelenke, könne deshalb sich nicht niederlegen, müsse im Stehen schlafen und sei, wenn er zu Fall komme, unfähig, sich wieder zu erheben. Er ist unter den Hirschartigen der größte und stärkste, ein echt nordisches Waldtier, das in Skandinavien und im russischen Reiche vom baltischen Meerbusen bis zum Ochotskischen Meer lebt. In Mitteleuropa und ebenso in Nordamerika ist er fast ausgerottet. In Rußland kommen bei

einem Bestand von 80.000 bis 100.000 Stück jährlich etwa 5000—6000 Elche zur Strecke, in Skandinavien, wo auch der deutsche Kaiser schon mehrmals auf Elche gepirscht hat, etwa 2200 - 2400 bei einem Bestand von 8000 bis 10.000 Stück. In Deutschland finden wir als Rest eines vor mehr als 500 Jahren ganz bedeutenden Elchbestandes noch rund 350 Stück in Ostpreußen, besonders in dem königl. Forst Ibenhorst, wo sie jedoch trotz der Fürsorge der Regierung allmählich eingehen dürften. Die Jagd auf den Elch ist, obwohl sehr anstrengend und zeitraubend, doch in hohem Maße interessant, da er sich vor Nachstellungen weit besser als unser Rotwild durch die Schärfe des Gesichtes und vor allem durch sein wunderbares Geruchsvermögen sowie durch allerhand instinktmäßige Kniffe zu schützen versteht. Unter Umständen kann der Elch, der überaus anpassungsfähig ist und in der Ebene, in Sümpfen und Morästen, sowie auf den höchsten baumlosen Fjelds Skandinaviens je nach der Jahreszeit seiner Äsung nachgeht, ein hohes Alter erreichen, und starke Geweihe bis zu 28 Enden werden, wenn auch selten, bis auf den heutigen Tag erbeutet.

Ist schon der Elch ein hochnordisches Wild, so tritt uns in dem erst seit kurzem in unsere zoologischen Gärten eingeführten **Moschusochsen** ein speziell arktisches Tierwesen entgegen. Man braucht ihn nur einmal zu sehen, diesen gleich dem tibetanischen Yakochsen in ein dichtes, fast bis auf die Zehen reichendes Vlies eingehüllten struppigen Gesellen, um zu wissen, daß man einen Bewohner der höchsten Breiten vor sich hat. Und nicht einmal dort, in jenen todbringenden Einöden voll Eis und Schnee, wird ihm Ruhe und Frieden gelassen. Während der letzten großen Eiszeit auch bei uns heimisch — am Berliner Kreuzberge hat man im Diluvialsand den Schädelrest eines Moschusochsen gefunden — zog er sich mit dem Abschmelzen der nordischen Gletscher nach Grönland und dem polaren Nordamerika zurück, welche Gebiete er nun in zwei durch die Form der Hörner und Hufe sowie durch verschiedene Haarfarbe gekennzeichneten Arten bewohnt. Die harmlosen, den Schafen näher als den Rindern verwandten Tiere werden im arktischen Nordamerika durch die Indianer und Wölfe, im Norden Grönlands, wo sie sich bisher eines ziemlich ungestörten Daseins erfreuten, ebenfalls durch die erst nach 1892 dort erschienenen Polarwölfe dezimiert, welche in Ostgrönland auch die früher wenig scheuen, jetzt sehr vorsichtig gewordenen Renntierrudel stark gelichtet haben. J. A. **Allen** stellt dem Moschusochsen in einer amerikanischen naturwissenschaftlichen Zeitschrift die trübe Aussicht, daß er in nicht allzu ferner Zeit der Vergangenheit angehören wird. Der Wolf allein würde ihnen vielleicht nicht verderblich werden; denn sie wissen sich gegen ihn, wie gegen Kälte und Wind, durch dichtes Zusammendrängen zu schützen. „Naht sich der Wolf oder sonstige Gefahr, so flüchten die ausgezeichnet kletternden Tiere auf eine der nächsten Anhöhen, wo sie, den Kopf gegen den Feind gewendet, eine einzige Reihe bilden, die bei Angriffen von mehreren Seiten zu einem Kreise wird. Ruhelos wachsam starren dann die blutunterlaufenen Augen der dem Angriff standhaltenden Moschusochsen auf den Angreifer, dem ein unbesonnenes Vorgehen wahrscheinlich schlecht bekommen würde. Doch erleichtert solches Standhalten die Jagd auf den Moschusochsen, dessen Fleisch zwar grobkörnig, aber, besonders bei jungen Stücken, zart und saftig ist, freilich, wenn es seinen Moschusgeschmack verlieren soll, ein sofortiges Ausschlachten des erlegten Tieres fordert. Weniger des Fleisches als seines warmen, auch als Tauschgegenstand gebrauchten Pelzes wegen jagen die Eskimos den Moschusochsen."[1])

Ein kühner Sprung bringt uns aus den Regionen des ewigen Eises in die glutheißen Gefilde Afrikas, wo der homo sapiens ebenfalls eifrig am Werke der Vernichtung ist. Unter den afrikanischen Tigerpferden, diesen prachtvollen, phantastisch gefärbten Naturschöpfungen, ist mindestens eins, das **Quagga**, wohl unwiederbringlich dahin. In der ersten Hälfte des XIX. Jahrhunderts kam dieses an Kreuz, Hinterteil und Beinen ungestreifte Wildpferd noch in so gewaltigen Mengen in der Kapkolonie und



Junger grönländischer Moschusochs.

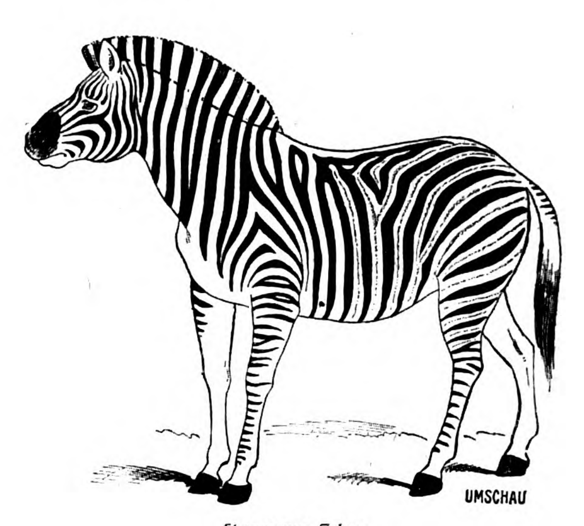
dem Gebiet der ehemaligen Burenstaaten vor, daß sein Fleisch ein Hauptnahrungsmittel der Hottentotten bildete. Die Buren jagten es des Felles wegen und sollen die Felle früher ohne weiteres als Getreidesäcke benützt haben. Was vor Jahrzehnten an Zebras in den Handel kam, waren Quaggas. In der Kapkolonie wurden die letzten 1865 und 1870 geschossen, im Oranje-Freistaat waren sie zehn Jahre später ausgerottet. Wenn noch etwa Quaggas hie und da in Südafrika geschont wurden — **Holub** erwähnt z. B. in seinen Buche „Sieben Jahre in Südafrika" einen Trupp bei Kolesberg — so sind diese Tiere sicherlich den Greueln des Burenkrieges zum Opfer gefallen. Im Jahre 1858 schenkte Sir George **Grey** der Londoner Zoologischen Gesellschaft ein Quagga-Männchen, welches 1872 starb, als letzter Vertreter seiner Art in Europa, wo anscheinend niemand geahnt hat, daß diese Tiere dem Aussterben so nahe seien. Man hätte sonst sicherlich mehr von ihnen gerettet als ein Skelett im Britischen, ein Exemplar im Edin-

[1]) Wilh. **Haacke**, Das Tierleben der Erde, 3 Bände, Berlin 1901 (Band 3, S. 388), für jeden Tierfreund hochempfehlenswert.





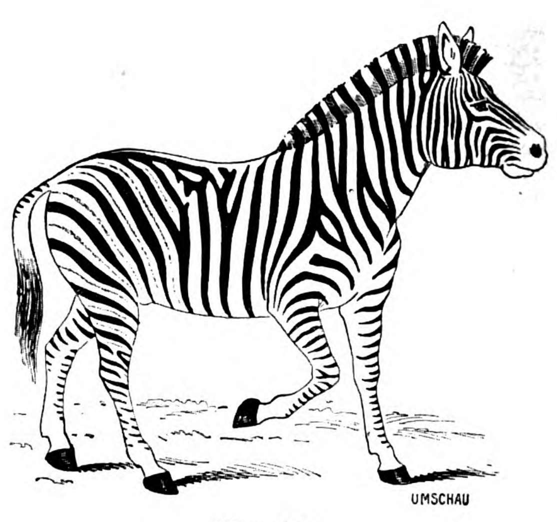
Burchell-Zebra.



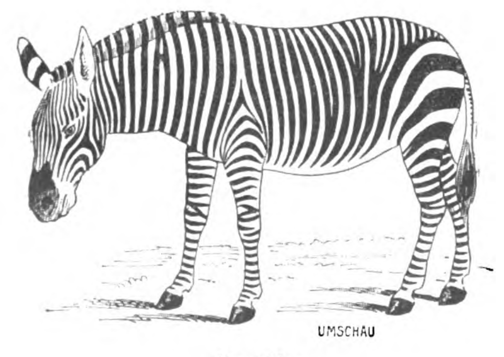
Chapmanns Zebra.



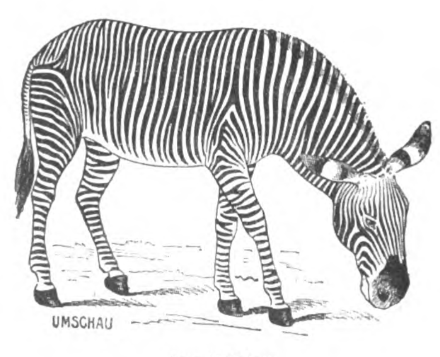
Damara Zebra.



Böhms Zebra.



Berg-Zebra.

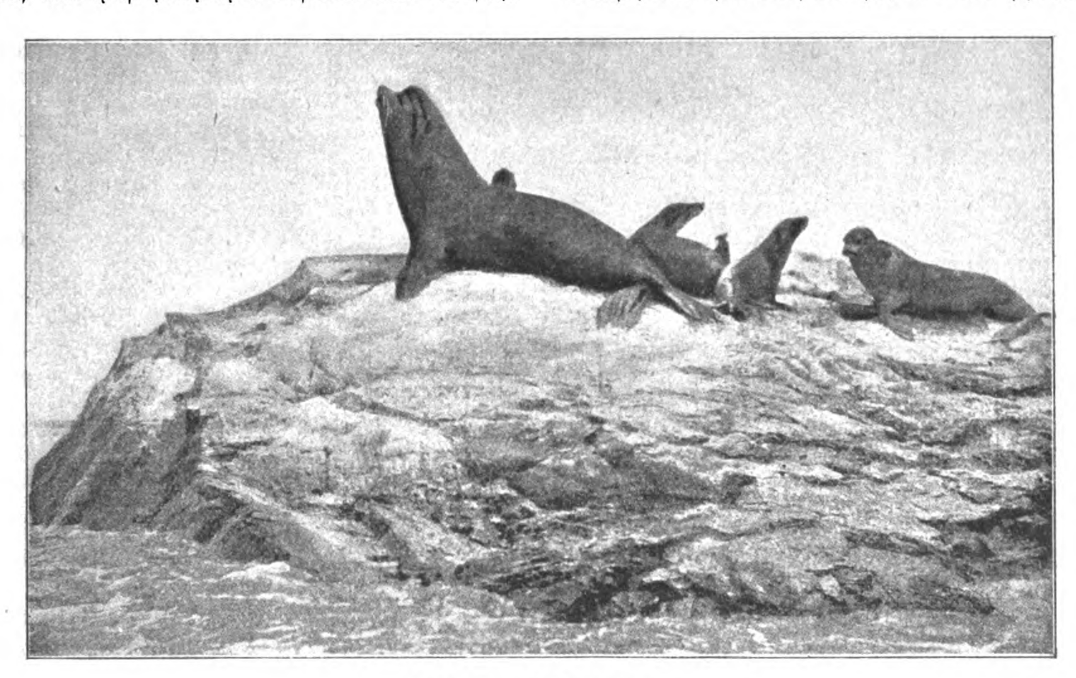


Somali-Zebra.

burger Museum, außerdem einen Schädel und einige photographische Aufnahmen.

Außer dem Quagga unterscheidet die Systemkunde noch dreizehn verschiedene Arten afrikanischer **Tigerpferde**, von denen sieben häufiger in zoologischen Gärten und bei gelegentlichen Veranstaltungen gesehen werden. Auch von ihnen scheint eine Anzahl schon recht selten zu sein, z. B. das größere, weiter nach hinten gestreifte Burchell-Zebra aus dem Zululande und das Bergzebra, die südlichste, bis zu den Hufen herab gebänderte Form, von der ein paar Herden auf den als Zwartberg, Sneuwberg und Winterhoek bezeichneten Bergzügen durch besondere Gesetze streng geschützt werden. Zahlreicher als die südafrikanischen sind die nördlich vom Zambesi bis zum abessinischen Berglande heimischen Arten vertreten, und hinsichtlich ihrer bestünde eine Aussicht auf Erhaltung, wenn sich der menschliche Eigennutz zur Zähmung dieser edlen und nützlichen Tiere entschließen würde. Als eingeborene Afrikaner wären sie besonders in den Gegenden, wo die Tsetsefliege unter den importierten Nutztieren aufräumt, von hohem Werte. Daß sie nicht zu zähmen seien, ist völlig unrichtig. Wiederholt sind Postwagen der Transvaalpost mit Maultieren und Zebras bespannt worden, und wie seinerzeit Fürst **Pückler-Muskau** in Berlin Unter den Linden mit seinem Hirschgespann, so erregte später Baron Walter **Rotschild** in London mit einem Zebra-Viererzug Aufsehen. Fr. **Bronsart v. Schellendorf** weist in einer Schrift[1]) ausdrücklich auf die Verwendung der Zebras als Zugtiere hin. Von 28 einzeln eingefangenen Tigerpferden (Böhms Zebra) auf der Station Mbuguni am Kilimandscharo zeigte sich nicht ein einziges widerspenstig. Auch in dem originellen Tiergarten des Herrn **Falz-Fein** zu Arkania Nova im südlichen Rußland befinden sich gezähmte Zebras. Auch Kreuzungen von Tigerpferden mit Eseln oder mit Hauspferden würden wahrscheinlich eine für Afrika brauchbare und widerstandsfähige Rasse hervorbringen. Derartige Bastardzebras sieht man fast in jedem größeren zoologischen Garten.

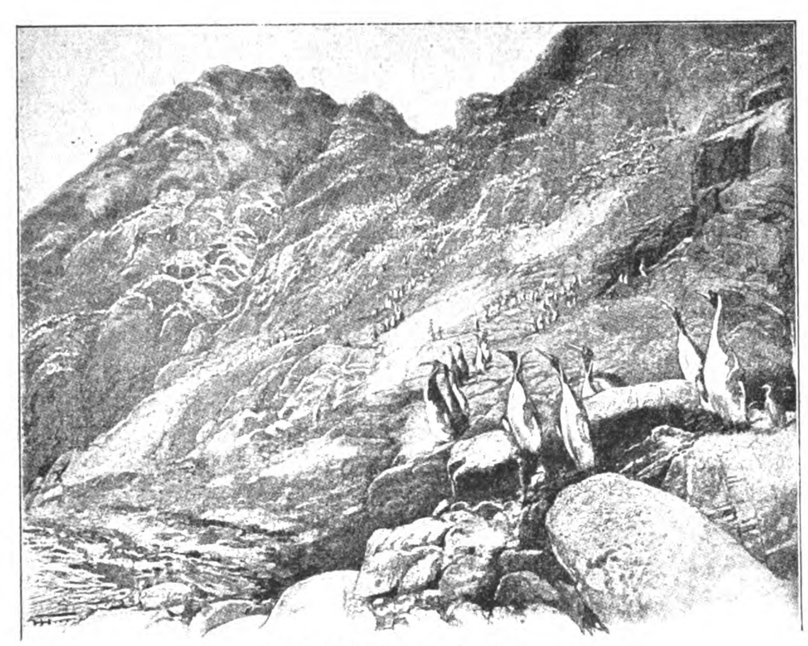
Zu den aussterbenden Tierarten gehört in Afrika ferner das weiße Rhinozeros oder **Steppennashorn** (Rhinoceros simus), der größte Vertreter seiner Gattung, welches in den letzten 75 Jahren nur noch zwischen dem Oranje- und Zambesifluß gefunden wurde. Es besitzt respektive besaß zwei Hörner, von denen das vordere bisweilen gewaltige Größe erreichte: im Britischen Museum befindet sich eins von 143 Zentimeter Länge, und in früheren Zeiten mögen noch längere vorgekommen sein, da jeder südafrikanische Häuptling ehemals einen Stolz darin setzte, einen aus dem Vorderhorn dieses Nashorns verfertigten langen Stab, einen sogenannten Kerrie, zu besitzen. Unangeschossen sind die Steppennashörner nach dem Urteile aller Jäger harmlose, jedem Angriffe abgeneigte Tiere, die vor dem Feinde fliehen, von einem galoppierenden Reiter jedoch schließlich eingeholt werden und dann verwundet den Jäger bisweilen angreifen. Nachdem man sie schon vor Jahren für ausgerottet erklärt hatte, erhielt vor einiger Zeit der Gouverneur von Natal die Nachricht, daß sich in der Gegend des Umfolozìflusses ein Trupp weißer Nashörner gezeigt habe. In Begleitung eines Beamten begab er sich zu Pferde nach der bezeichneten Stelle und fand vier erwachsene Tiere, darunter ein besonders großes Männchen. Die Dickhäuter waren so emsig mit dem Abweiden gewisser gestrüppartiger Pflanzen



Zahme Seelöwen bei St. Catalina.

[1]) Strauße, Zebras und Elefanten, Bedeutung eingeborener Tiere für die Entwicklung Deutsch-Ostafrikas. Berlin 1898.

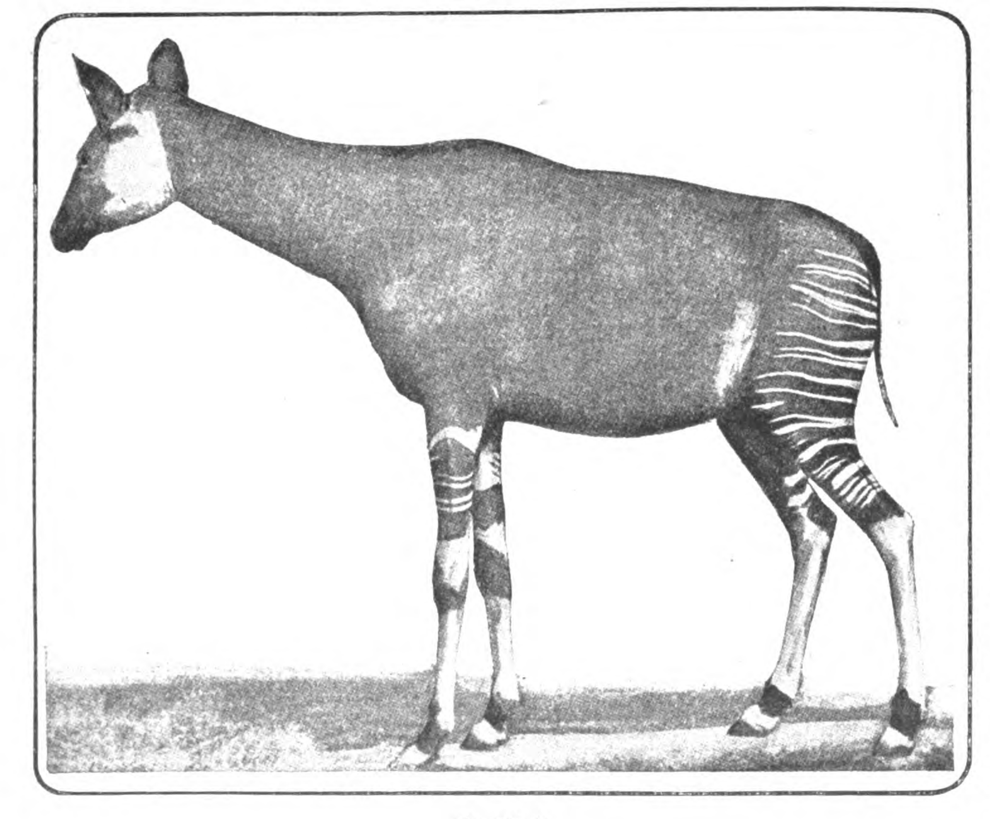




Der große Vogelberg der Farallones.

beschäftigt, daß die Reiter sich ihnen bis auf 20 Meter nähern konnten; dann witterten sie den Feind und entfernten sich trabend. An demselben Tage wurde noch ein Trupp, bestehend aus einem Elternpaar mit einem Jungen, entdeckt. Nach genauester Schätzung mögen vielleicht noch 20 Vertreter dieser einst über die ganze Südspitze Afrikas verbreiteten Tiergattung vorhanden sein, deren Aussterben auch die strengen dortigen Jagdverbote (2000 Mark Geldbuße oder Gefängnis) kaum aufhalten werden.

Das Feuergewehr hat auch den Verbreitungsbezirk des **Elefanten**, der ehemals diesseits der Sahara und in Südafrika so zahlreich vertreten war, auf die heiße Zone eingeschränkt, und wie lange wird er es dort noch treiben, wenn nicht nachhaltige Anstrengungen zu seiner Domestizierung gemacht werden! Denn durch Schongesetze, deren Befolgung im Innern niemand kontrollieren kann, ist gegenüber den lockenden Versuchungen, das kostbare Elfenbein zu gewinnen, wenig zu erreichen. Im Kongostaat wird gegen den Elefanten ein förmlicher Vernichtungskrieg geführt, ohne Schonung, ohne Bedacht auf die Zukunft. Von den 1899 verkauften 292.500 Kilogramm Elfenbein kamen allein 273.165 Kilogramm aus dem Kongostaate. Rechnet man nach guter Quelle auf je 15 Kilogramm Elfenbein einen Elefanten, so haben für dieses Elfenbein aus dem Kongostaate nicht weniger als 18.211 Tiere ihr Leben lassen müssen. Wohin das bei der langsamen Vermehrung des Elefanten binnen kurzem führen muß, braucht nicht weiter erörtert zu werden. — Was werden unsere Damen sagen, daß auch ihnen die Schuld an der Ausrottung eines niedlichen Wesens aufgebürdet wird? Die zierliche, eichhörnchenähnliche **Chinchilla** oder Wollmaus, eine Bewohnerin der hohen Anden von Chile bis Bolivia, deren ungemein zartes graues Pelzwerk als Besatz für Kragen, Kappen und Wintersachen der Damen sehr beliebt ist, wird, wenn die Mode noch lange anhält, mit ihrer Existenz für die menschliche Eitelkeit büßen müssen. Aus ihren Felshöhlen werden die Tiere von den Eingeborenen durch Wiesel herausgetrieben und am Eingange in



Das Okapi.

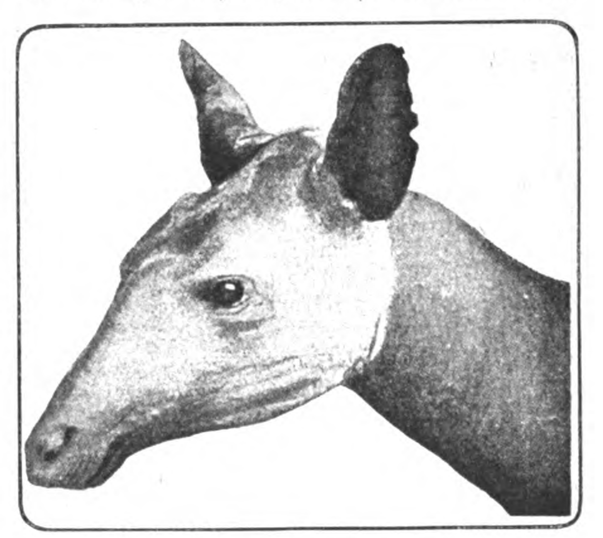
Fallen gefangen. Prof. Albert von der chilenischen Universität Santiago hat kürzlich Nachrichten über das reißende Anwachsen des Exports dieses feinsten und duftigsten Pelzwerks gegeben. 1895 wurden 184.000 Felle, 1896 fast das Doppelte, 1899 im Hafen von Coquimbo allein 364.000, 1900 insgesamt fast 700.000 Felle im Gesamtwerte von 2 Millionen Piaster ausgeführt.

Nicht einmal das Meer bietet seinen Kindern Schutz gegen die ausrottende Verfolgung des Menschen. Die Abnahme der Waltiere und Robben schreitet bedenklich fort. Um eines Gewinnes von 600.000 Mark willen mußten im Jahre 1900 außer 145 Eisbären 17 Wale, 636 Walrosse und 3453 Robben das Leben lassen. Das ist die Beute nur der englischen Fahrzeuge. Der echte Grönlandwal ist aus den grönländischen Gewässern schon verschwunden, ungewiß, ob infolge Aussterbens oder Verlegung des Aufenthaltsortes. Bei den Robben hat die alljährlich wiederholte Vernichtung sehr großer Mengen, oft der ganzen Brut und dazu noch sehr vieler alter Robben, die sich auf eine begrenzte Fläche zusammenzuziehen pflegen, dahin geführt, daß die Familie der Pelzrobben zu einem großen Teile bereits ausgerottet ist. Auch die Seehunde im Kaspischen Meere, gleich denen des Baikalsees vielleicht Zeugen einer ehemaligen Verbindung dieser großen Binnengewässer mit der Salzsee, werden immer seltener. Vor einiger Zeit wurden drei Stück vor der Wolgamündung erlegt, was bemerkenswert ist, da das Tier im nördlichen Teile des Sees sonst fast ausgerottet ist, während es auf den kleinen Inseln und am Westufer noch vorkommt.

Unter den Seesäugetieren sind ferner die kalifornischen Seelöwen und der Dujong mit der Vernichtung bedroht. Erstere, deren Zahl an der kalifornischen Küste auf etwa 30.000 geschätzt wurde, sollten nach Ansicht der dortigen Fischer die Fischerei, namentlich den Lachsfang, empfindlich schädigen, weshalb die Aufsichtsbehörde beschloß, etwa 10.000 abschießen zu lassen. Der Verdacht war jedoch gänzlich unbegründet, denn Prof. Dyche, der 25 getötete Seelöwen untersuchte, fand in ihren Magen nur Reste von allerhand Kopffüßern (Tintenfischchen), jedoch keine Spur von Fischen. Unterdessen ist jedoch mit der Metzelei begonnen worden, und da Beobachter versichern, daß die Zahl der Seelöwen auf den kalifornischen Rookeries mit 30.000 weit überschätzt sei, so werden wohl sämtliche Tiere ausgerottet sein, bevor jene 10.000 abgeschossen sind. In derselben Gegend, auf den Küsteninseln Oberkaliforniens, den Farallones, sind auch die wegen ihrer Guanoerzeugung wichtigen Seevögel, besonders die Lummen, mit Ausrottung bedroht, und zwar durch die Tätigkeit der Eiersammler, welche die Eier in San Francisco auf den Markt bringen.

Der zu den Seekühen gehörende Dujong, ein langsames, geistig träges Flossentier, weidete früher in Herden von Hunderten, den Tang abgrasend, in den seichten Buchten und Flußmündungen der Küsten des Indischen Ozeans von Ostafrika bis Australien. Aber sein ausgezeichnetes Fleisch und wertvolles Fell haben ihn so starken Verfolgungen ausgesetzt, daß er selten zu werden beginnt und Dr. Otto Finsch in einer eigenen kleinen Schrift, „Der Dujong, zoologisch-ethnologische Skizze einer untergehenden Sirene", ihn der Reichsregierung für die deutsch-ostafrikanische Küste zur Schonung empfiehlt.

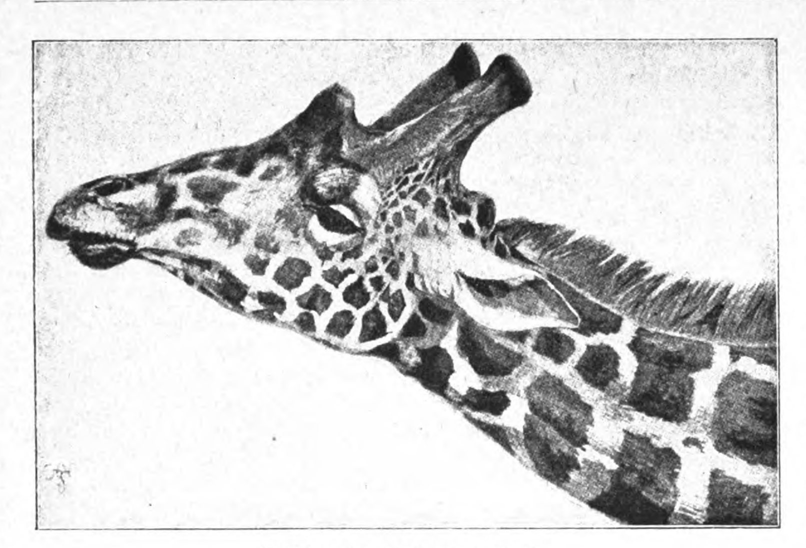
Schonung! Das wäre die Losung, unter der sich die Interessen der erwerbslustigen Menschheit und der wehrlosen Tierwelt vereinigen ließen. Daß eine Einschränkung der Tiere, besonders der reißenden, dringend geboten ist, zeigen uns die Zahlen der jährlich wiederkehrenden Listen der Opfer wilder Tiere in Indien. Im Jahre 1901 kamen beim Gouvernement 2966 Todesfälle durch wilde Tiere und 24.621 Todesfälle infolge von Schlangenbissen zur Anzeige. 899 Personen wurden von Tigern, 338 Personen von Wölfen, 327 von Leoparden, 95 von Bären, 40 von Elefanten, 27 von Hyänen und 1230 von anderen Tieren,



Kopf des Okapi.

besonders von Schakalen und Krokodilen, getötet. Hier ist Notwehr geboten. Welche Fülle von Wild ein Land bei geregelter Schon- und Jagdzeit zum Nutzen aller seiner Bewohner zu ertragen vermag, zeigt folgende nach den Schußlisten im Königreich Preußen aufgestellte Schätzung. Danach beträgt die Gesamtzahl des im Deutschen Reiche vorhandenen Rotwildes 100.000 Stück, von denen jährlich etwa 23.000 abgeschossen werden, die des lebenden Damwildes 60.000, des Schwarzwildes 80.000 Stück. An Rehwild gelangen allein in Preußen etwa 100.000 Stück jährlich zum Abschuß. Die Zahl der Hasen in einem normalen Hasenjahre beziffert sich auf 6—7 Millionen, die der Rebhühner auf 8 Millionen. Dazu kommen Hunderttausende wilder Enten, Fasanen, Wachteln, Waldschnepfen und Bekassinen, wilder Kaninchen und Füchse, deren gegenwärtiger Bestand auf nicht mehr als 200.000 Stück geschätzt wird. Sie wie die Marderarten und die Raubvögel haben in den letzten Jahrzehnten entschieden abgenommen. Der wirtschaftliche Nutzen der jährlichen Jagdbeute in Deutschland bewertet sich augenblicklich auf fast 19 Millionen Mark. Sehr viele der sinnlos ausgerotteten





Kopf der neuen fünfhörnigen Giraffe.

oder dem Untergange nahegebrachten Tierarten anderer Erdteile hätten in gleicher Weise sowohl zur ästhetischen und gemütlichen Belebung des Landschaftsbildes wie zur wirtschaftlichen Ausnutzung erhalten werden können.

Den großen Verlusten stehen nur wenige Entdeckungen neuer Tiere gegenüber. Zwei derselben glückten dem Gouverneur von Englisch Uganda, Harry Johnston, der im Nordostbezirk seiner Provinz das Okapi und die fünfhörnige Giraffe entdeckte, beide allerdings der Ausrottung auch schon wieder so nahe, daß der Fund mehr Wehmut als Freude erregt. Das Okapi, ein Tier von der Größe und Form eines kräftigen Hartebeest oder eines großen Ochsen, welches in den Wäldern um die Flüsse Ituri und Semliki paarweise lebt, ist eine primitive, zwischen der heutigen Giraffe und längst ausgestorbenen südeuropäischen Wiederkäuern stehende Tierform. Schon Stanley hatte bei seiner Durchquerung Afrikas von ihm sprechen hören, ohne es zu Gesicht zu bekommen; Johnston sammelte beim Besuche der Zwergbevölkerung jener Waldungen möglichst viele Nachrichten von ihm und sah aus der Haut desselben hergestellte Schilde der Pygmäenkrieger. Endlich glückte es auch, einige der Tiere zu erlegen und die Felle und Schädel ins Britische Museum gelangen zu lassen. Die Zwergneger fangen das Okapi, dessen Fleisch sehr schmackhaft ist, in Gruben und haben es leider fast völlig ausgerottet. In erwachsenem Zustande sollen bei beiden Geschlechtern Hörner vorhanden sein. Gleich der auch schon selten werdenden Giraffe weidet das Okapi mit der sehr beweglichen und greiffähigen Zunge die Blätter der Bäume und Sträucher ab. — In Nordost-Uganda schoß Sir Johnston bald nach dieser Entdeckung mehrere Exemplare einer neuen Giraffenart, welche sich von der bekannten dreihörnigen Kamelopard-Giraffe durch ein anders gezeichnetes Fell und den Besitz von fünf Hörnern beim Männchen unterscheidet. Während wir das Okapi und die neue Giraffe wohl noch lange nicht lebend schauen werden, ist das asiatische Wildpferd, der eselgroße struppige Equus Przewalski, neuerdings mehrfach in unsere zoologischen Gärten eingeführt. Dr. L. Heck, der Direktor des Berliner zoologischen Gartens, bezeichnet dies Tier als „Urwildpferd", um auszudrücken, daß es sich um eine wilde Stammform des Pferdes, nicht um verwilderte Tiere handelt.

Kleine Beobachtungen.

In diesem Abschnitte soll ohne tieferen Zusammenhang eine Anzahl interessanter Tatsachen berichtet werden, von denen manche geeignet sind, auch den Leser zu eigenen Beobachtungen und Schlußfolgerungen anzuregen.

Bekannt sind die Versuche des Lyoner Professors Raphael Dubois, die Leuchtkraft gewisser, das Meeresleuchten veranlassender Mikroorganismen, der sogenannten Photobakterien, praktischen Zwecken dienstbar zu machen. Nach langen Versuchen glückte ihm die Herstellung sehr billiger Nährlösungen für die Züchtung der Leuchtbakterien. Werden dann gute Kulturen derselben bei mittlerer Luftwärme darauf verpflanzt, so erhält man eine mild leuchtende Flüssigkeit, welche keine Wärme ausstrahlt, das viel besprochene kalte Licht. Gießt man diese Flüssigkeit in Glasbehälter, am besten in solche mit breiten Flächen, so kann man damit ganz gut ein großes Zimmer mit Vollmondschein erfüllen, so daß man die Züge einer mehrere Meter entfernten Person dabei unterscheiden, Gedrucktes lesen oder auf einer Uhr die Zeit nachsehen kann.

Das kalte Licht entbehrt nicht nur der Wärmestrahlen, sondern auch der chemischen Energie fast völlig, so daß man die Platte eines photographischen Apparats diesem Lichte mehrere Stunden lang aussetzen muß, um ein gutes photographisches Bild zu erhalten. Wie früher mit dem Licht der wunderbar leuchtenden tropischen Pyrophorakäfer, so erhielt Dubois jetzt mit Hilfe der Photobakterien eine wohlgelungene Photographie der Büste Bernards; doch war eine Expositionszeit von mehreren Stunden dazu nötig. Er konstruierte ferner Lampen mit lebendem Licht, bei denen ein großes, von einem einfachen Ständer herabhängendes Glasgefäß mit flachem Boden und einer Vorrichtung zum Zuführen frischer Luft die Leuchtbouillon enthält. Will man die Lampe in Betrieb setzen, so hat man nur mittels einer Kautschukbirne von Zeit zu Zeit eine kleine Menge filtrierter Luft in die Flüssigkeit einzuführen, wodurch der Inhalt dann sofort in lebhaftem Glanze erstrahlt. Als Nachtlampen und als Dunkelzimmerlampen beim photographischen Entwickeln sind solche Lampen sehr wohl zu benützen, und bei einem großen Glasgefäß läßt sich sogar schon dabei lesen. Deshalb hält Dubois es nicht für ausgeschlossen, daß einst das physiologische kalte Licht, das Ideal einer gesunden und sparsamen Beleuchtungsweise, bis zu praktischer Benutzbarkeit vervollkommnet wird.

Im Anschluß an diese Beobachtungen und Versuche Dubois' hat der russische Biologe Tarchanoff die in der Ostsee vorkommenden Photobakterien auf ihre Lebensbedingungen hin untersucht. Sie gedeihen am besten bei 7—8° C., strahlen aber auch noch bei — 4° Licht aus. Bringt man Nährflüssigkeit, in der sie kultiviert sind, zum Gefrieren, so erhält man leuchtendes Eis, dessen Phosphoreszenz zwar nach einigen Stunden erlischt, aber wieder auflebt, wenn man das Eis schmilzt. Bei Temperaturen von + 34—37° C. erlischt die Phosphoreszenz gleichfalls, um sich beim Abkühlen ebenso wieder einzustellen. Das Tageslicht wirkt schädlich auf die Leuchtorganismen ein; in einer langen Röhre mit Polverbindungen starken galvanischen oder Induktionsströmen ausgesetzt, sammeln sie sich, wie die Konzentrierung des Lichtes zeigt, am negativen Pol. Man kann mit ihrer Hilfe, was übrigens auch die Natur ohne menschliches Zutun vollbringt, leuchtende Tiere hervorbringen. Spritzt man in den auf dem Rücken befindlichen Lymphsack eines Frosches einige Kubikzentimeter der Leuchtbouillon, so dringt diese durch die benachbarten Lymphgefäße in das Blut des Frosches ein, und es wird allmählich der ganze Leib des Tieres, besonders seine transparenten Teile, illuminiert. Speziell wird die Zunge des Frosches leuchtend. Wenn er auf eine empfindliche photographische Platte gelegt wird — natürlich nicht unmittelbar, sondern durch eine Glasplatte von ihr getrennt — so treten die Umrisse des Frosches deutlich auf jener hervor. Die Lichtbakterien finden also in den Säften des Tieres ein Sauerstoff enthaltendes, für ihr Fortleben günstiges Milieu. Erst nach drei bis vier Tagen erlischt die Durchleuchtung und der Frosch kehrt zu seinem normalen Zustand zurück. Leider wird es dem Leser nicht glücken, mit Hilfe der Leuchtbazillen eine Selbstillumination durchzuführen und sich in einen Feuermann zu verwandeln, es müßte ihm denn gelingen, seine Blutwärme von ihrer normalen Höhe auf 33—34° C. herabzustimmen; über dem tun's die Tierchen nicht.

Die Schnecken, so eifrig sie auch bemüht sind, uns ihre Bewunderung unseres Kohls und anderer Gartenprodukte zum Ausdruck zu bringen, erfreuen sich trotzdem nur geringer Gegenliebe, besonders die gehäuselosen Nacktschnecken, von deren Spinn- und Kletterkünsten die wenigsten Leser etwas gehört haben werden. Oberlehrer Max Ballerstedt hat der Beobachtung dieser Künste bei der kleinsten und schädlichsten unserer Nacktschnecken, der Ackerschnecke oder Garten-Egelschnecke (Limax agrestis), eifrig obgelegen und berichtet darüber folgendermaßen:

„An einem schönen Sommermorgen war ich im Begriff, meinen Garten zu verlassen, als ich an einem stattlichen, etwa $1^1/_2$ Meter hohen Exemplar der als Zierpflanze verbreiteten Hyacinthus candicans an einer der glockenförmigen herabhängenden Blüten die kleine Nacktschnecke an einem etwa 10 Zentimeter langen zierlichen Faden herabhängen sah. Staunend sah ich nun, wie der Faden sich langsam verlängerte, mußte aber, als derselbe nach einigen Minuten eine Länge von 25—30 Zentimeter erreicht hatte, meine Beobachtung abbrechen. Ich habe dann in den folgenden Wochen wohl 100 Schnecken dieser Art zur Fadenbildung veranlaßt und mit Sicherheit festgestellt, daß diese Schnecke von der Fähigkeit, sich an einem Schleimfaden zur Erde herabzulassen, ausgiebigen Gebrauch macht.

„Anfangs hatte ich die Höhe, aus der die Schnecken sich (von einem an Zwirnfäden schwebenden Pflanzenteil) herabzulassen hatten, etwa $^1/_2$ Meter hoch bemessen. Aus dieser Höhe gelangten die Schnecken alle mittels ihres Fadens sicher zum Boden. Ich steigerte dann die Höhen; dabei kam es vereinzelt vor, daß der Faden riß, bevor die Schnecke den Boden erreicht hatte, namentlich wenn etwas stärkerer Luftzug ein Schaukeln der Schnecke an ihrem zarten Faden herbeiführte. Der längste Faden, mit Hilfe dessen eine Schnecke ungefährdet den Boden erreichte, maß 147 Zentimeter. Die Fadenbildung erforderte geraume Zeit, bei den längsten Fäden bis über eine halbe Stunde."

Einmal trat infolge ungeeigneter Befestigung des Zweiges am Zwirnfaden beim Herablassen der Schnecke schon bei geringer Länge des Schleimfadens ein ziemlich starkes Auf- und Abwärtsschaukeln der Kletterkünstlerin ein. „Diese Bewegung war der Schnecke offenbar unangenehm, wie sie durch wiederholtes Stillhalten und auffällige Krümmungen ihres Körpers zeigte, die ich anfangs nicht zu deuten wußte. Als der Faden schon über 40 Zentimeter lang war, gelang ihr endlich die Rückkehr zur Blüte. Die Schnecke krümmte das beim Herablassen nach unten gekehrte Kopfende nach aufwärts, und nach augenscheinlich schwerer Anstrengung und mehreren vergeblichen Versuchen erfaßte sie mit dem Kopfende endlich wieder den Faden. Dann kroch sie an dem vorher gebildeten Schleimfaden in fast gleichmäßiger Ruhe nach oben, während der Faden von ihrer Schleimhaut wieder aufgesogen wurde." Nach Erreichung ihres Ausgangspunktes ließ sie sich an einem zweckmäßiger befestigten Faden von neuem herab und erreichte ohne Störung den Boden. Instinkt oder Überlegung? Übrigens war dies die einzige Schnecke, welche am Faden wieder in die Höhe kroch, obwohl es auch sonst vereinzelt vorkam, daß ein etwas stärkerer Luftzug ein Pendeln und Reißen des Fadens herbeiführte. Vielleicht ein Schneckengenie.

Bei der Fadenbildung spielt eine lebhafte, ununterbrochene Wellenbewegung an der breiten und körperlangen Fußsohle senkrecht zur Längsachse des Tieres eine wichtige Rolle; die den Faden bildende Schleimmasse schien nur an dieser Sohle, nicht auch von der übrigen Haut ausgeschieden zu werden. Wie viel ein solcher Faden zu tragen vermag, ergibt sich daraus, daß die kleinste der beobachteten Schnecken 0·43, die schwerste 1·63 Gramm wog, eine Kreuzspinne dagegen nur 0·24 Gramm. Das Durchschnittsgewicht einer Ackerschnecke beträgt etwa das 3- bis $3^1/_2$fache vom Gewicht der Kohlweißlingsraupe, welche ebenfalls Luftreisen an Fäden zu machen liebt.[1])

Sogar Wasserschnecken unter Wasser machen von dieser Fähigkeit Gebrauch. Dr. Wilh.

[1]) Naturwissenschaftliche Wochenschrift, 1902, Nr. 39.



Brenner beobachtete, daß Schlammschnecken, an die Spitze einer Wasserpflanze gelangt, sich nach längerem Suchen und Tasten schließlich ganz von der festen Unterlage entfernten und langsam senkrecht durch das Wasser nach unten krochen. Lange Zeit war ihm die Sache unverständlich, besonders da die Tiere auf ihren Schwebeexkursionen nicht selten wieder umkehrten und ganz gemütlich wieder nach oben krochen. „Als ich“ — so schreibt er — „einst wieder diesen seltsamen Kunststückchen zusah, wie eben eine etwa 2 Zentimeter große Schnecke frei durch das Wasser kroch, bemerkte ich jedoch, daß plötzlich, als sie sich etwa 10 Zentimeter unter einem etwas gebogenen Pflanzenstengel befand, dieser letztere emporschnellte und gleichzeitig das Tier rascher zu Boden sank. Natürlich war nun die Sache klar. Die Schnecke kroch an einem im Wasser eben unsichtbaren dünnen Schleimfaden von der Pflanze herab, dieser riß aber bei zu starker Verdünnung.“ Bei Landgehäuseschnecken scheinen derartige Turnkünste noch nicht beobachtet zu sein.

Merkwürdige Beobachtungen über die Brutpflege einer Spinne teilt Dr. L. Kathariner mit.[1]) Er hatte aus der algierischen Sahara einige an dortigen Dornsträuchern befestigte, trinkhornförmige Spinnennetze mitgebracht und fand beim Öffnen der Aufbewahrungsschachtel noch zwei von ihm übersehene Spinnen lebend vor, die er nebst zweien der Nester in ein großes Glas setzte. Die größere Spinne ergriff sofort von einem der Nester Besitz und besserte es aus; die andere hing am nächsten Morgen ausgefressen in dessen Fangfäden. Außer den Tieren enthielt die Schachtel noch ein linsenförmiges, etwa 8 Millimeter Durchmesser habendes Eierklümpchen, das der Beobachter ziemlich entfernt vom Nesteingang an einer Zweigspitze aufhing. Wie erstaunt war er, es am anderen Morgen an der Wand des bewohnten Nestes angeheftet zu finden. Und nun ließ die Spinne dem Eierhäufchen eine überaus merkwürdige und sorgsame Pflege angedeihen. Bei Sonnenschein brachte sie es täglich vor den Ausgang und hing es an benachbarten Fäden auf; war es so stundenlang den erwärmenden Strahlen der Sonne ausgesetzt gewesen, so brachte sie es nach Sonnenuntergang wieder in das Innere des Nestes zurück. So trieb sie es von Ende April bis Mitte Mai. Dann fand sich plötzlich der Eingang des Nestes mit einem gewölbten, locker gewebten Deckel verschlossen, durch den man das Eierklümpchen hindurchschimmern sah. Am Nachmittag des folgenden Tages zeigte der inzwischen noch verstärkte Deckel ein rundliches Loch, durch welches eine im Gespinst hängende Drohne hineingezogen wurde. Überhaupt wurde nun jedes Beutetier in das Innere geschleppt und dort ausgesogen, die leere Haut brachte die Spinne wieder heraus und heftete sie sorgsam an die Oberfläche des Netzbeutels. Vom 9. Juni an blieb das Nest dauernd verschlossen, und am 23. sah Dr. Kathariner die Innenfläche mit jungen Spinnchen bedeckt. Die von ihm zum Zweck der Beobachtung gemachten Öffnungen spann die Alte jedesmal sorgfältig wieder zu. Einen Monat später war das Innere des Nestes durch Scheidewände in eine Anzahl Kammern eingeteilt, in denen die Jungen saßen. Als Kathariner am folgenden Tage, bei sehr warmem Wetter, die Nestoberfläche mit Wasser bebrauste, kamen die jungen Spinnchen sofort in drängender Eile hervorgestürzt, um an den Tröpfchen zu trinken. Später nahmen sie auch kleine Beutetiere selbständig an, während die alte Spinne sich fortan nicht mehr sehen ließ; sie hatte ihre aufopferungsvolle Tätigkeit wohl mit dem Leben bezahlt. Die Jungen zogen sich, auch nachdem sie selbst ein lockeres Fanggewebe außerhalb des Trichters errichtet hatten, abends noch immer in das Nestinnere zurück; aber auch sie überstanden den Winter in dem ihnen fremden nordischen Klima nicht.

Daß nicht nur Forschern und gelehrten Beobachtern, sondern bisweilen auch einfachen Liebhabern interessante und wichtige Entdeckungen glücken können, dafür gibt es besonders in der Vogelwelt vielfache Beispiele. Eins derselben ist die Entdeckung der leuchtenden Vogelschnäbel. Die buntfarbigen, bei uns vielfach als Stubenvögel gehaltenen Prachtfinken aus Asien, Afrika und Australien sind sämtlich Höhlenbrüter, welche zum Teil Baumhöhlen oder Löcher an den primitiven Wohnungsbauten der Eingeborenen benützen, zum Teil solche Höhlungen aus verschiedenen Pflanzenteilen bauen. Diese Nester haben so kleine, nur für das Durchschlüpfen des erwachsenen Vogels berechnete Öffnungen, daß drinnen fast völlige Finsternis herrscht. Die Eltern würden daher, wenn sie aus der Tageshelle mit Futter für die Jungen hineinschlüpfen, die aufgesperrten Schnäbel der letzteren mehr herausfühlen müssen als sehen können, wenn das Schnabelinnere wie bei den Nestjungen unserer Zone einfach grau oder fleischfarben gefärbt wäre. Deshalb zeigt der Rachen der jungen Prachtfinken eine grelle Färbung, je nach den verschiedenen Arten blau, gelb, weiß, und auf dem gleichfarbigen Grunde befinden sich an den Gaumenwänden und an der Zunge noch dunkle, symmetrisch angeordnete runde oder strichförmige Flecken, die den Eltern genau den Weg zeigen. Sobald der junge Vogel sich selbst ernähren kann und der elterlichen Fürsorge nicht mehr bedarf, verschwindet auch diese Rachenzeichnung.

Bei einigen dieser Prachtfinken, besonders bei australischen, tragen die Nestjungen beiderseits an den Schnabelwinkeln kleine, etwa stecknadelgroße kugelförmige Warzen oder Papillen, deren Zweck bis vor kurzem nicht bekannt war. Ein Hamburger Vogelliebhaber hat ihn festgestellt. Er stellte Züchtungsversuche mit den farbenprächtigen Goulds Amadinen an, die er in einem großen Käfig mit verschiedenen Nistgelegenheiten hielt. Die Amadinen wählten stets die an der dunkelsten Stelle hängenden, dem Licht abgekehrten Nistkästen und nahmen auch zum Ausbau des Nestes nur dunkelfarbige Pflanzenfasern. Als nun Junge im Nest waren, wurde der Nistkasten einmal abgenommen und besichtigt. Das Innere war so dunkel, daß die drei darin befindlichen Jungen von der Nestunterlage nicht zu unterscheiden waren. Durch Nachahmen

[1]) Biologisches Zentralblatt, 1901, Nr 3.



des Lockrufes der Alten veranlaßte man die Jungen zum Öffnen der Schnäbel, zum „Sperren", und sofort bot sich ein wunderbarer Anblick: die vier Papillen jedes Vogels leuchteten wie kleine Glühlämpchen und zeigten deutlich den Eingang zum Rachen, den sonst in der Finsternis selbst die Futter bringenden Alten nicht finden möchten. Ob die Warzen der Prachtfinken, wie es hienach den Anschein hat, tatsächlich selbst leuchten oder ob sie nur reflektorisch wirken, bleibt noch festzustellen.

Über eine eigentümliche, periodisch auftretende Veränderung des Starschnabels, die sonst noch nicht beobachtet zu sein scheint, berichtet auf Grund jahrelanger Beobachtungen an einem zahmen Star Prof. Dr. O. Rosenbach.[1]) Die Veränderung geht alljährlich an dem Oberschnabel folgendermaßen vor sich: „Nachdem — etwa Ende August zur Zeit der Hauptmauserung — der (bis dahin gelbe) Schnabel von der Wurzel her sich bis auf das Endstück des Oberkiefers völlig schwarz gefärbt hat, beginnt der über den Unterkiefer herausreichende gebogene Teil sich stärker nach unten zu biegen und wird allmählich hakenförmig, so daß dem Vogel das Fassen der Nahrung, namentlich der Mehlwürmer, sichtlich schwer wird. Dann verdünnt sich — durch eine Art von kariösem Prozeß (Morschwerden) und zum Teil wohl unter der Einwirkung der beständigen Stöße des Unterkiefers gegen den gekrümmten Teil — das Endstück, das, wie erwähnt, an der Schwarzfärbung nicht teilgenommen hat, allmählich an der dem Ende des Unterkiefers entsprechenden Stelle, und schließlich bricht der Haken in einer Länge von 4 bis 5 Millimeter ab, worauf der Vogel nach schneller Abschleifung und Zuspitzung des Endes alsbald wieder die frühere Geschicklichkeit im Gebrauch des Schnabels erlangt.

„Am Ende des Winters beginnt dann, sobald die Gelbfärbung des Schnabels bereits ziemlich ausgebildet ist, das Wachstum des Oberkiefers, dessen neugebildeter Teil noch längere Zeit eine oberflächliche schwarze Färbung zeigt." Schließlich stellt sich der Sommerschnabel mit dem deutlich gekrümmten Oberkiefer wieder her.

Wenn nun dieser regelmäßige Wechsel von Sommer- und Winterschnabel nicht bloß eine Besonderheit des betreffenden einen Gefangenen, sondern Regel für alle Stare ist, so hätten wir darin einen sehr interessanten Anpassungsvorgang zu sehen, der damit zusammenhinge, daß der Vogel in seinem Winterquartier oder überhaupt zur Winterzeit seine Nahrung unter wesentlich anderen Verhältnissen als im Sommer gewinnen muß. Ein gebogener verlängerter Schnabel eignet sich wohl zum Fange der fliegenden oder frei umherkriechenden Insekten und der Früchte und Samen, während bei Durchsuchung gefrorenen Bodens oder tiefer liegender Schlupfwinkel, wie sie die Insekten im Winter aufsuchen, ein kegelförmiger, gerader, nicht allzu spitzer Schnabel größere Dienste leisten wird. Ob nun dieser Winterschnabel für die Lebensweise des Vogels in wärmeren Ländern auch das Passendste ist, wissen wir nicht; den bei uns jetzt

[1]) Naturwiss. Wochenschrift, 1902, Nr. 34.

immer häufiger zurückbleibenden Staren würde er jedenfalls sehr zu statten kommen.

Eine Ehrenrettung des Kuckucks versucht der französische Vogelkundige Xavier Raspail.[1]) Er bestreitet, daß der junge Kuckuck, wie man überall liest, seine kleineren Stiefgeschwister über den Rand des Nestes wirft. Dazu sei er bei seiner großen Schwäche und Hilflosigkeit noch zwei Tage nach dem Ausschlüpfen gar nicht fähig. Kein anderer als das Kuckucksweibchen selbst werfe die legitimen Eier aus dem Neste heraus, und zwar kurz ehe der junge Kuckuck ausschlüpfen wird. So sichert es seinem Jungen die ganze zu dessen Entwicklung notwendige Nahrung, welche auch für ihn allein von den Pflegeeltern kaum in genügender Menge herbeigeschafft werden kann. Die Kuckucksmutter beobachtet, um rechtzeitig eingreifen zu können, sehr aufmerksam die weitere Entwicklung ihres Eies, das sie Fremden hat anvertrauen müssen, da die Natur ihr die Fähigkeit zu brüten versagt hat. Dieser Vorgang ist nicht so grausam, als wenn die echten Jungen des Elternpaares ausschlüpften und nun von dem sich riesig entwickelnden jungen Kuckuck im Neste nach und nach totgedrückt würden.

Auch der andere Vorwurf, daß der Kuckuck Eier und Nestjunge fresse, ist unbegründet, da er nicht einmal von den Eiern frißt, die er aus dem Nest geworfen hat und nun zerbrochen am Boden liegen sieht. Daß er auf kleine Vögel Jagd mache und sie verzehre, beruht wohl auf einer Verwechslung mit dem ihm sehr ähnlichen Sperber. Schnabel und Füße des Kuckucks sind für eine solche Lebensweise auch viel zu schwach.

Bei genauerer Beobachtung hat sich sogar der abschreckende Alligator als zärtliche Mutter entpuppt, wie Dr. G. Hagmann gelegentlich seines Verweilens auf der Insel Mexiana im nördlichen Teil der Mündung des Amazonenstromes feststellte.[2]) Dort sowie auf Kaviana und der bekannteren Insel Marajo haust neben dem kleineren hellen, nicht so häufigen der große schwarze Alligator in so ungeheuren Mengen, daß die dortigen Grundbesitzer alljährlich Schlachten anstellen müssen, um ihre großen Rinderherden vor diesen Schädlingen zu schützen. Auf einem Grundstück wurden innerhalb weniger Tage 2000 und mehr Alligatoren geschlachtet. Unser Gewährsmann wohnte persönlich einem solchen Schlachten bei, wo in zwei Tagen, am 15. und 16. November 1901, etwa 800 Tiere von 1 bis 4·2 Meter Länge unschädlich gemacht wurden.

Zur Fortpflanzungszeit, im Oktober und November, errichten die schwarzen Alligatoren Nester, die man teils im offenen Campo in Papyrusbeständen, teils auf den erhöhten Flußufern im tiefen Urwalde findet. Sie sind aus je nach dem Standorte verschiedenem Material angefertigt. Ein von Dr. Hagmann im Papyrusdickicht entdecktes glich einem 80 Zentimeter hohen Heuhaufen von 1½ Meter Durchmesser und bestand aus dürren, zerknitterten und zerbrochenen Papyrusstengeln, die

[1]) Ornis, 1901, S. 243.
[2]) Zoologische Jahrbücher, Bd. 16, Heft 2.



alle aus der Nähe von der Mutter zusammengescharrt waren. Die Eier, 44 an Zahl, lagen etwa 40 Zentimeter über der Erdoberfläche und von einer ebenso hohen Schicht überdeckt, sorgfältig in das Nest eingebettet, und zwar in zwei, durch eine dünne Schicht verfaulter Fasern getrennten Lagen. Das Innere des Nestes, das mit seinem Untergrunde sozusagen im Sumpfe selbst steht, war warm und gleichmäßig feucht. Seitens der Mutter findet eine eigentliche Brutpflege beziehungsweise Verteidigung des Nestes statt, was das Volk durch die Sage ausdrückt, das Jakaré brüte seine Eier mit den Augen aus; d. h. sie läßt das Nest niemals aus den Augen und muß, bevor man es untersuchen kann, erlegt werden. Die Jungen schlüpfen nach 5 bis 6 Wochen aus. Durch das ein helltönendes Geräusch hervorbringende Aneinanderreiben der Eier werden die Alten herbeigelockt. Die Alligatoren antworten auf ihren, mit der menschlichen Stimme nachgeahmten Ruf sofort. Ihr Gebrüll zur Brunstzeit gleicht dem eines erschreckten Kalbes, untermischt mit dem Grunzen eines wilden Stieres, und kann, besonders bei einer nächtlichen Kahnfahrt, schon Respekt einflößen.

Der Mensch der Vorzeit.

(Urgeschichte.)

Der Ursprung des Menschen. ✶ Die Urheimat des Menschengeschlechtes. ✶ Die europäischen Urrassen. ✶ Die jüngere Steinzeit. ✶ Pygmäen der Vorzeit. ✶ Prähistorische Bildergalerien. ✶ Ein Grab der Bronzezeit.

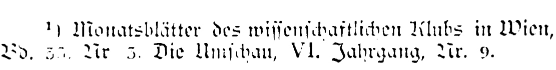
Der Ursprung des Menschen.

Unter allen Rätselfragen, die der rastlos grübelnde Verstand der wahrheitsfrohen Wissenschaft zugeworfen, ist neben dem Problem der Entstehung des Lebens die Frage nach dem Ursprunge des Menschengeschlechtes die anziehendste, aber auch diejenige, um welche jedesmal, wenn sie auftaucht, der Streit der Meinungen am heißesten entbrennt. Daß es eine Zeit gab, wo der Mensch als solcher noch nicht auf Erden wandelte, daß ihr eine Epoche folgte, in welcher sich aus einem Nochnichtmenschen der Urahne unserer Gattung entwickelte, das erscheint dem Geiste durchaus faßlich und der Forschung erreichbar, und unverdrossen ist letztere deshalb an die Lösung dieser Aufgabe gegangen.

Vielfach kann man unter Laien noch heute die in der Wissenschaft — wenn sie da überhaupt jemals bestand — längst überwundene Ansicht hören: also soll der Mensch, wie Darwin sagt, wirklich vom Affen stammen? Es geschieht dem unendlich scharfsinnigen und peinlich gewissenhaften englischen Forscher schweres Unrecht, wenn man ihm immer wieder diese von haßerfüllten Gegnern erfundene Behauptung aufbürdet. Selbst die größten Heißsporne in der Darwinistischen Partei, wenn man so sagen will, gelangen unter Berücksichtigung aller Tatsachen „nicht zu dem Schlusse, daß der Mensch von dem jetzigen Affen oder gar der Affe von dem Menschen abstamme, aber zu der im höchsten Grade wahrscheinlichen, weil naturgemäßen Ansicht, daß der Mensch und der Affe zwei entgegengesetzte Zweige eines und desselben untergegangenen, aber bis jetzt noch nicht aufgefundenen Urstammes sind". (Spiller.)

J. Szombathy stellt in einer Arbeit über „Die Zwischenglieder zwischen Mensch und Affe" [1]) das Skelett eines Gorilla dem eines Menschen gegenüber. Der Kardinalunterschied liegt im Schädel. „Am Schädel des erwachsenen Gorilla erreicht der mächtige Kauapparat mehr als die doppelte Größe der Hirnkapsel, und diese selbst trägt noch ansehnliche Knochenkämme zum Ansatze der Kaumuskeln und der starken Nackenmuskulatur. Beim Menschen hingegen umfaßt der dem Ernährungsgeschäfte dienende Gesichtsteil an Rauminhalt weniger als die Hälfte des hochgewölbten Hirnschädels. In der großartigen Entwicklung des Denkwerkzeuges liegt ja das Hauptmerkmal des Menschen. Der Schädelinhalt der verschiedenen Menschenrassen beträgt im Mittel $1^1/_4$ und $1^1/_2$ Liter, während der Schädelinhalt der höchst entwickelten Affenarten nicht mehr als $^1/_2$ Liter erreicht. In den übrigen Teilen des Skeletts sind die Unterschiede weniger grell, obwohl sie an keinem einzigen Knochen fehlen. Da sehen wir, daß der die Ernährungsorgane bergende Rumpf des Affen viel länger und geräumiger ist als jener des Menschen. Die vorderen Extremitäten sind weit kräftiger und länger, so daß die Affenhand bei gestrecktem Arme wenigstens bis an das Knie, bei vielen Arten noch tiefer reicht, die hinteren Extremitäten dagegen bedeutend kürzer. Während somit beim Menschen die Beine länger sind als die Arme, besteht beim Affen das umgekehrte Verhältnis."

Nun lassen sich nicht etwa nach den vom Gorilla oder anderen „Menschenaffen" hergeleiteten Merkmalen die Menschenrassen in eine aufsteigende Stufenreihe ordnen, etwa in der Reihenfolge: Gorilla, Australier, Neger, Malaie, Mongole, Europäer, oder ähnlich; sondern die Merkmale der Affen sind so unter den Rassen verteilt, daß sich von einer größeren oder geringeren Affenähnlichkeit nicht reden läßt. Stehen z. B. die dunkelsten Rassen dem Schädelinhalt nach auf der niedersten Stufe, so gebührt ihnen dagegen nach den Verhältnismaßen des Körpers ein höherer Rang als den Weißen, denn gerade die niedrigsten Wilden, die Australier und die Neger, haben den Körper verhältnismäßig kürzer und die Beine im Verhältnis zu den Armen länger als der Europäer,



[1]) Monatsblätter des wissenschaftlichen Klubs in Wien, Bd. 33, Nr. 5. Die Umschau, VI. Jahrgang, Nr. 9.

entfernen sich also in diesen Hauptproportionen weiter vom Affen als letzterer. Es führt also von den anthropoiden (menschenähnlichen) Affen keine Brücke zu dem heutigen Menschen, die Ahnenreihe des Menschen läuft vielmehr der Stammlinie der Menschenaffen parallel und entspringt weit tiefer an einem schon längst versteinerten Aste des Säugetierstammes. Einer Art Unterform des Menschengeschlechtes, einem Urahnen unserer Linie entstammen dagegen vielleicht die von Eugen Dubois auf Java entdeckten, von ihm einem Pithekanthropus (Affenmenschen) zugeschriebenen und demgemäß benannten Reste.

Als dieser Forscher vor Jahren Ausgrabungen in jungtertiären Ablagerungen unternahm, entdeckte er am Ufer eines Flusses bei Trinil zwischen den Knochen diluvialer Säugetiere und Reptilien ein Schädeldach, zwei einzelne Backenzähne und einen Oberschenkelknochen, die er unter dem Namen Pithecanthropus erectus (aufrechtgehender Affenmensch) als eigene Familie zusammenfaßte. Die Eigenart dieser neuen Familie liegt in dem aufrechten Gang, der sich aus der Beschaffenheit des Schenkelknochens ergibt, und in dem Raume und der Gestalt des Schädels, welche zwischen denen der Affen und des Menschen liegen. Das Schädeldach erinnert ein wenig an das eines der niedrigsten ausgestorbenen Menschenrassen, des Neandertaler Menschen, auf den unten noch zurückzukommen ist, bleibt aber doch in jeder Beziehung affenähnlicher. Dagegen steht sein zur Aufnahme des Gehirns dienender Innenraum dem menschlichen Schädelinhalt näher als dem des Gorilla; er wird auf nahezu 1000 Kubikzentimeter, der des Neandertaler auf etwa 1220, der des Gorilla auf nur 500 Kubikzentimeter berechnet. So kamen denn viele Forscher mit dem Entdecker zu dem Schlusse, der Pithekanthropus gehöre der direkten menschlichen Stammeslinie an, wenn er auch innerhalb derselben tiefer stehe als irgend welche andere bisher bekannte Menschenform. Virchow dagegen und andere Deutsche legten mehr Gewicht auf das Affenähnliche der Reste und schrieben sie deshalb einem riesigen Gibbon (Hylobates) zu.

Noch eine andere Erklärung des „Affenmenschen“ gab W. Branco in einem Vortrage „Über fossile Menschenreste“ gelegentlich des fünften internationalen Zoologenkongresses. Tertiäre Menschenreste fehlen noch, doch scheinen aus der Tertiärzeit Spuren menschlicher Tätigkeit vorhanden zu sein. Auch die Zahl der sicher diluvialen Menschenreste ist sehr gering. Der größte Teil der „alten“ Menschen glich in seinem Knochenbau schon den heutigen; ein sehr geringer Teil derselben aber (die weiter unten zu besprechenden europäischen Urrassen), vielleicht der letzte Rest einer schon damals aussterbenden Rasse oder Art, stand tiefer und bildete seinem Schädelbau nach den Übergang zum Pithekanthropus und den Menschenaffen. Da außerdem nur Mensch und Menschenaffe unter den Säugetieren eine scheibenförmige Placenta besitzen; da ferner nach sehr scharfsinniger neuerer Methode festgestellt ist, daß beide gleiches Blut in sich tragen, wie z. B. Pferd und Esel, Hund und Wolf, so sind sie beide buchstäblich „blutsverwandt“. Ist dem aber so, dann bilden Mensch und Menschenaffe eine Familie, dann sind sie zwei Zweige, die erst seit kürzerer Zeit einem gemeinsamen Stamme entsprangen, nicht aber schon seit paläozoischer Epoche (Urzeit des Lebens) parallel und fremd nebeneinander emporwuchsen. Dann aber ist es nach Branco bei dieser Blutsverwandschaft beider wohl möglich, daß der Pithekanthropus weder Vormensch noch Affe noch Bindeglied zwischen ihnen, sondern ein Bastard aus pliocänem Menschen und Menschenaffen sei.

Angeblich tertiäre Menschenspuren waren im Jahre 1867 in den tertiären Schichten zu Thenay entdeckt worden, bestehend in Flintwerkzeugen und Spuren von Feuerstellen. Eine genaue Nachprüfung der im französischen Departement Loir-Cher gelegenen Fundstelle hat jedoch ergeben, daß der Entdecker, der Abbé Bourgeois, sich getäuscht hatte. Die Tausende von Kieselsplittern lassen keine absichtliche Bearbeitung erkennen, und die schwarzen Adern im Lehm rühren nicht von kohliger Substanz, sondern von Eisen-, Mangan- und Kobaltoxyd her.

Die Urheimat des Menschengeschlechtes.

Die früher allgemein giltige Ansicht, daß Asien die „Wiege der Menschheit“ sei, wird neuerdings von vielen Seiten heftig bestritten. Über die Bedeutung Australiens für die Heranbildung des Menschen aus einer niederen Form hat Dr. Schoetensack sehr interessante Ansichten in einer Sitzung der Berliner Anthropologischen Gesellschaft vorgetragen.[1]) Er knüpft an die Forschungen von H. Klaatsch und V. de Lapouge über die Stellung des Menschen in der Primatenreihe an; nach ihnen besteht die gefürchtete Affenverwandtschaft des Herrn der Erde lediglich darin, daß alle jetzt lebenden Primaten (d. h. Affen und Menschen) von einer gemeinsamen Stammform abhängen; aus dieser, nicht aus einer der jetzt lebenden Affenarten, hat der Mensch sich direkt entwickelt, ohne die einseitigen Bahnen zu betreten, welche zur Entstehung der niederen und der menschenähnlichen Affen geführt haben.

Für diese Heranbildung des Menschen aus der sehr alten, der Stammwurzel aller Säugetiere nahestehenden Grundform aller Primaten müssen wir eigenartige Bedingungen voraussetzen. Lediglich durch die Entwicklung des Gehirns hat er sich über die Tierwelt erhoben, während seine Gliedmaßen in vieler Hinsicht die alten Zustände treu bewahrten. So ist z. B. die Hand des Menschen mit dem vortrefflich gegenüberstellbaren Daumen ein altes Erbstück, welches viele Affen zum Teil eingebüßt haben, während der Fuß mit der Verstärkung der großen Zehe, die sich nicht mehr den übrigen Zehen gegenüberstellen läßt, eine spezifisch menschliche Erwerbung ist, ebenso die völlige Aufrichtung des Körpers und der Verlust des Haarkleides. Diese Fortbildungen sowie die enorme Entwicklung des Gehirns lassen sich nicht durch einen „Kampf ums Dasein“ erklären, wie ihn die

[1]) Zeitschrift für Ethnologie, Bd. 33, S. 127.



anderen Säugetiere, insbesondere die Primaten, durchgemacht haben. Sie verlangen zwar keine völlige Aufhebung dieses Kampfes, aber eine Milderung desselben und setzen verhältnismäßig sehr günstige Bedingungen voraus. „Inmitten einer feindlichen Welt gewaltiger Tiere hätte der Vorfahr des Menschen schwerlich ohne Erwerbung natürlicher Waffen bestehen können; im Urwald hätten seine Extremitäten ähnliche Umbildungen wie beim Gibbon, Orang, Gorilla, Schimpansen erfahren müssen. Könnten wir als Aufenthalt des Vormenschen einen Kontinent nachweisen, wo diese beiden Umstände (d. h. gefährliche tierische Feinde und Urwälder) wegfallen, so würde der letzte Schritt begreiflich werden, durch den der Vorfahr des Menschen sich über die andere Tierwelt erhoben hat."

Eine solche Urheimat, in der unser Vorfahr sich zum Menschen heranbildete, muß bestanden haben, darauf weist schon die Einheitlichkeit des Menschengeschlechtes hin, die uns in körperlicher und seelischer Hinsicht entgegentritt, trotz aller Verschiedenheit der einzelnen Abarten; schon der menschliche Fuß allein genügt, diese einheitliche Abstammung zu beweisen. Schoetensack nimmt Australien als diese Urheimat, als den Boden an, auf dem der Vormensch zum Menschen ward. Nachdem schon Virchow seinerzeit darauf hingewiesen hatte, daß der malaiische Archipel, die bunte, tropische Inselwelt zwischen Asien und Australien, die meisten Aussichten biete für die Erforschung der Vorgeschichte des Menschen, entdeckte vor wenigen Jahren ebendort, auf der Insel Java, Eug. Dubois den Pithekanthropus (Affenmenschen), eine große Primatenform, welche der gemeinsamen Wurzel des Menschen und Affenstammes nahe stand. Die indo-australische Inselwelt hat ferner durch das Vorkommen sehr tiefstehender Menschenvarietäten und des Orang-Utan und Gibbon die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Dagegen hat man Afrika, Europa und Amerika nur selten als Wiege des Menschen angesprochen, und in Europa ist es noch nicht gelungen, seine Existenz zur Tertiärzeit nachzuweisen. Als er unsere Zone betrat, war er bereits der paläolithische Jäger, im Besitz hinreichender Werkzeuge und Verstandeskräfte, um den Kampf mit den Elementen und der ihm entgegentretenden Tierwelt durchführen zu können, hatte also eine Schulung, eine langdauernde Vorübung dazu hinter sich. Wo hat er diese durchgemacht? Der asiatische Kontinent erscheint ausgeschlossen, da sich hier wegen des Vorhandenseins großer und gefährlicher Säugetiere die unsere Vorfahren darstellende Primatenform nicht zum Menschen hätte ausbilden können. Der indoaustralische Archipel und das australische Festland dagegen erfüllten in der jüngeren Tertiärzeit, im Pliocän, alle Vorbedingungen für die Heranbildung des Menschen.

Nachdem Australien am Schluß der Sekundärperiode gänzlich von den übrigen Festländern getrennt worden war, entstand zur Pliocänzeit oder schon etwas früher wieder durch Aufsteigen der Landmassen eine Landbrücke von Südostasien, welches Sumatra und und Borneo mit einschloß, über Java, Celebes, die Sula-Inseln und die Molukken zu Australien, mit dem Neu-Guinea verwachsen war. Damals wanderten typisch asiatische Tierformen bis nach Neu-Guinea hinüber, ja selbst bis nach Nordaustralien sind solche Wanderer zu verfolgen. Von der australischen eingeborenen Tierwelt, den Beutlern, unterscheiden sich diese Einwanderer durch den Besitz einer Placenta, jenes Organs, welches das junge, keimende Wesen im Mutterleibe mit dem mütterlichen Blutumlauf in Verbindung setzt, den Beuteltieren aber fehlt. Dann löste sich diese indo-australische Landmasse wieder auf, die Verbindungsbrücken senkten sich, das Land tauchte in der der Gegenwart unmittelbar vorhergehenden Periode sogar etwas tiefer unter als heute, wo wieder eine leichte Hebung zu erfolgen scheint.

Diese besonders auf den Forschungen der Vettern Sarasin im malaiischen Archipel beruhenden Resultate scheinen Schoetensack für die Frage der Heranbildung des Menschen von ungeheurer Bedeutung. „Die Möglichkeit, daß der Vorfahr des Menschen zur Pliocänzeit nach Australien verschlagen und alsdann dort von der übrigen Welt isoliert wurde, drängt sich als eine sehr naheliegende auf." Einen direkten Beweis dafür, daß in weit zurückliegender Zeit Placentalsäugetiere nach Australien übergetreten sind, bildet außer einer großen Anzahl kleiner Nagetiere der australische Wildhund, der Dingo; er ist nicht in gezähmtem Zustande vom Menschen eingeführt, denn er lebt noch jetzt zumeist wild und fossile Reste von ihm sind in jüngeren Tertiärschichten der Kolonie Viktoria zusammen mit fossilen Resten ausgestorbener Beuteltiere gefunden worden. In völliger Abhängigkeit vom Menschen, wie unsere Hunde, ist der Dingo nirgends zu treffen, er muß immer wieder aufs neue jung gezähmt werden. Daß der Australier trotzdem so ungeheure Zuneigung zu ihm hegt, erklärt Schoetensack daraus, daß der Vorfahr des Menschen und der Hund gemeinsam über die pliocäne Landbrücke nach Australien gelangten und hier isoliert wurden in einer Welt von Säugetieren, die intellektuell tief unter ihnen stand: unter Larven die einzig fühlende Brust. Diesen Beuteltieren gegenüber war der Hund das einzige Wesen, welches den bei den Primaten so stark entwickelten sozialen Instinkt, den Trieb nach einer mitfühlenden Seele, befriedigte. Aus der Fürsorge für den Dingo erwuchs dann erst die Erkenntnis seines Nutzens für die Jagd auf Beuteltiere.

Die Tierwelt der Beutler, wenn auch zur Pliocänzeit viel reichhaltiger als gegenwärtig, enthielt doch, da gerade die größten, jetzt ausgestorbenen Arten Pflanzenfresser waren, für den Menschen keinen einzigen wirklich gefährlichen Gegner. „In einer solchen Umgebung wird es begreiflich, daß eine Primatenform, deren Intelligenz schon auf einer verhältnismäßig hohen Stufe stand, sich zum jagenden Urmenschen entwickelte; ja wir können weitergehen und behaupten, daß gar kein Teil der Erde in der jüngeren Tertiärzeit auch nur annähernd so günstige Bedingungen für diesen Entwicklungsgang geboten hat. Der Vorfahr des Menschen mußte ja hier geradezu ein Jäger werden, da das Erbeuten der plumpen Beutelbären z. B. ohne jede Mühe, ohne Kampf geschehen konnte. Ein solcher



Überfluß an Fleischnahrung macht den Übergang aus dem vorwiegend frugivoren (Früchte essenden) in den omnivoren (alles essenden) Habitus des Menschen erklärlich. Die Mannigfaltigkeit des Wildes, die Abstufung seiner Größe sowie die Kunst seiner Erlegung boten die Möglichkeit einer allmählichen Schulung des Menschen, die uns nachträglich geradezu wie eine Vorbereitung auf den Kampf mit den Placentaliern (Nichtbeutlern) erscheinen könnte, den der Mensch, als er sich von Australien aus verbreitete, zu bestehen haben sollte."

Die jetzigen Australier lassen sich in das bekannte Rassenschema der Menschheit nicht gut einordnen. Es gibt keine zweite Rasse von solcher Variabilität oder Abänderungsfähigkeit; „die Australier variieren ebenso seltsam wie ihr Boden", sagt ein Reisender. So entstanden verschiedene Ausbildungen des Körpers, die wir völlig voneinander getrennt bei den übrigen Rassen außerhalb Australiens wiedertreffen. Es läßt sich innerhalb der Australrasse ein helleres straffhaariges und ein dunkleres kraushaariges Geschlecht unterscheiden. Die Hautfarbe weist zwischen Bräunlichgelb und Schwarzbraun die mannigfaltigsten Schattierungen auf. Manche Australier besitzen auffallende Ähnlichkeit mit etwas verlumpten Europäern, andere zeigen Annäherung an den mongolischen und an den Negertypus. Eine Folge zufälliger Kreuzungen und Vermischungen mit Negern, Melanesiern u. a. sind nach dem Urteil der kompetentesten Forscher diese Verschiedenheiten nicht. Auch können die Australier sie nicht von außerhalb in den Erdteil mitgebracht haben; denn es fehlen für eine etwaige spätere, nachtertiäre Einwanderung der Australier von einem anderen Kontinent her jegliche Zeugnisse. Die Sonderung in verschiedene Varietäten läßt sich mit der Annahme der Einwanderung des Vormenschen sehr gut in Einklang bringen. Die Bodenbeschaffenheit Australiens — Trennung der bewohnbaren Teile des Ostens und Westens durch eine Wüste — macht es begreiflich, daß sich östliche und westliche Gruppen von Primaten bildeten, deren Verkehr sehr erschwert war.

Hinsichtlich des Skeletts, besonders im Schädel und den kleinen Händen, weist der Australier manche Ähnlichkeit mit den ältesten Menschenrassen auf, die in Europa gefunden sind, so daß sich in körperlicher Hinsicht kein Punkt findet, der dagegen spräche, daß der Mensch in einer weit zurückliegenden Zeit von Australien aus seinen Gang über die Erde angetreten habe. Noch viel wahrscheinlicher wird diese Annahme, wenn wir die Kulturverhältnisse ins Auge fassen. Da finden wir beim Australier und beim Paläolithiker (Altsteinzeit-Menschen) Europas zwei Jagdgeräte, die so eigenartig sind, daß man ihre Erfindung unabhängig voneinander an verschiedenen Punkten der Erde schwer annehmen kann: den Wurfstock und den Bumerang.

Der Wurfstock, vermittels dessen die Eingeborenen dem mit der Linken gehaltenen Speere eine bedeutende Durchschlagskraft zu geben vermögen, ist fast über ganz Australien verbreitet und ebenso unter den Geräten der Renntierperiode in Frankreich nachgewiesen. Aus der älteren Steinzeit Frankreichs stammen auch zwei aus Renntiergeweih geschnitzte, in der Dordogne ausgegrabene Gegenstände, die man bisher nicht zu deuten wußte, die aber in der Form vollständig den australischen Bumerangs gleichen, diesen uralten, in die Hand des Schützen — falls er nicht trifft — zurückkehrenden Wurfwaffen. Freilich, das darf nicht verschwiegen werden, sind diese europäischen Steinzeit-Wurfstöcke und Bumerangs für den praktischen Gebrauch zu klein, vielleicht Spielzeug; die wirklich gebrauchten werden, gleich den jetzigen australischen, aus Holz verfertigt gewesen sein und sind deshalb natürlich längst verwest.

Für die Ursprünglichkeit und Bodenständigkeit der australischen Kultur sprechen noch andere Tatsachen. Pfeil und Bogen, sonst so weit verbreitet auf Erden, sind in Australien unbekannt: der von hier sich verbreitende Mensch kannte sie noch nicht, und als dann diese Erfindung in einer anderen Zone gemacht wurde, blieb die schon isolierte Urheimat des Menschengeschlechtes davon unberührt. Vor dem Eindringen der europäischen Kultur lebte der Australier in der Steinzeit, und zwar in der älteren, die sich roh behauener Steinwerkzeuge bediente. Die Kunst, diese Werkzeuge regelrecht durch Schleifen herzustellen, ist nicht zu ihm gedrungen, obwohl sie die Inseln des malaiischen Archipels erreichte. Ebensowenig ist die Kunst der Töpferei zu ihm gelangt. Wir können hier die zahlreichen weiteren Beweise für die Primitivität der Australier und ihre Ähnlichkeit mit den Paläolithikern Südfrankreichs, die S c h o e t e n s a c k beibringt, nicht sämtlich anführen, wollen dagegen noch einen Augenblick bei seinem Versuche verweilen, gewisse körperliche Eigentümlichkeiten des Menschen aus seinem urzeitlichen Aufenthalt in Australien zu erklären.

Als der Mensch sich aus dem Primaten entwickelte, verlor er die Behaarung. Nach den bisher geltenden Anschauungen, wie sie Darwin begründete, müßte die Enthaarung vom Bauche ausgegangen sein; wie aber der Rücken zu diesem Schicksal kam, blieb unverständlich. Nun tragen in Australien die eingeborenen Frauen bei der Arbeit ihre Kinder auf dem Rücken in einem Sacke, der aus der Haut des Beuteltieres hergestellt wird. Ob der Australier auf diese Idee beim Anblick des seine Jungen im Beutel transportierenden Beutlers gekommen ist, sei dahingestellt. Daß aber diese durch ganze geologische Zeitalter geübte Gewohnheit die Enthaarung des der Beutelwandung angepreßten Kindesrückens begünstigt haben kann, ist sehr wohl möglich.

Für die Ausbildung des Primatenfußes zum menschlichen Gehwerkzeug wird eine andere Eigentümlichkeit des australischen Wilden verantwortlich gemacht: seine eigentümliche Methode, wenig verzweigte, hohe und dicke Baumstämme zu erklettern, auf welche ihn nicht nur die dort hausenden Baumbeutler und Vögel, sondern vor allem auch der Honig der stachellosen australischen Bienen lockt. Er verfertigt aus Zweigen oder einem Stück der Rohrpalme ein 5 - 6 Meter langes Seil, dessen eines Ende mit einem Knoten versehen wird. Indem die Linke den Knoten faßt, wird das Seil um den mächtigen Baum geschleudert und mit der Rechten das freie Ende ergriffen. Den rechten Fuß gegen den Baum gestemmt, die Arme vor-



wärts gestreckt, den Körper nach hinten gebogen, damit er nicht den Stamm berührt, beginnt der Schwarze den Aufstieg. Das Seil wird ruckweise in die Höhe geschleudert. Bei dieser sowohl wie bei verschiedenen anderen Kletterarten des Australiers wird der Fuß in einer ganz besonderen Weise in Anspruch genommen, und nach Ansicht von Prof. Klaatsch kann dieser Klettermechanismus, der von dem Klettern aller anderen Primaten, besonders der Menschenaffen, abweicht, zur Entstehung der charakteristischen Gestaltung des Menschenfußes beigetragen haben. Die mächtige Entfaltung der ersten Zehe, welche dafür ihre Gegenüberstellbarkeit einbüßte, die Ausbildung des Fußgewölbes läßt sich weder durch die Gangweise eines der Menschenaffen noch durch den „aufrechten Gang" erklären. Letzterer als solcher hätte die mittleren oder die mittelste Zehe erstarken lassen, aber nicht die innerste, die übrigens bei allen Affen ein Streben sich zu verkürzen zeigt. Hingegen wird die Gestaltung des Fußes zu einer Art von Saugnapf mit kräftigstem inneren Druck- und Abrollungspunkt — letzteres beim Abstieg — durch das Besteigen hoher und glatter Baumstämme verständlich. Diese Kletterbewegungen, von Männern, Frauen und Kindern gleichmäßig und durch ganze Zeitalter hindurch ausgeübt, können nicht ohne Einfluß auf den Vorfahren des Menschen geblieben sein.

Bei seiner Verbreitung über die Erde behielt der Mensch die Klettergewohnheit zunächst bei, und dieser Brauch gewann sogar in einer neuen Hinsicht an Bedeutung. Nicht nur für die Honiggewinnung und für die Jagd auf Baumtiere, sondern auch als Mittel zur Flucht vor den mächtigen tierischen Gegnern, die dem Menschen bei seiner Wanderschaft entgegentraten, wurde das Klettern von Nutzen. Wir finden diese Klettergewohnheit, zum Teil mit ähnlichen Vorrichtungen, deshalb über Gebiete Asiens, Afrikas, Amerikas verbreitet. Wie groß der Kletterinstinkt, ebenso wie der von den Ureltern ererbte Jagdinstinkt, selbst bei europäischen Kindern noch ist, wer wüßte das nicht aus eigener Erfahrung!

Im Urwald verharrend wie die Menschenaffen, wäre unser Vorfahr nie Mensch geworden. Die Mischung von Wald und ausgedehnten Steppen in Australien war der Faktor, der ihn vor den einseitigen Umbildungen der Anthropoiden, des Gibbon, Orang, Schimpanse, Gorilla, bewahrte, die ohne Urwald nicht leben können. Daß das Baumleben den Menschen auch in geistiger Hinsicht mächtig fördern mußte, sei nur noch erwähnt. Schoetensack, dessen Ansichten wohl nicht ohne Anfechtung bleiben werden, geht auch auf diese Seite der menschlichen Entwicklung noch näher ein.

Die europäischen Urrassen.

Sichere Anzeichen für die Anwesenheit des Menschen vor der großen Eiszeit, in der wärmeren, einen halbtropischen Charakter tragenden Tertiärzeit Europas, sind nicht vorhanden, nachdem sich, wie oben erwähnt, die Spuren eines Tertiärmenschen zu Thenay als trügerisch erwiesen haben. Während der Eiszeit jedoch lebte er an verschiedenen eisfrei gebliebenen Örtlichkeiten unseres Erdteiles, und die von diesem Diluvialmenschen zurückgelassenen Knochenreste und Spuren sind neuerdings wieder eifrig studiert und besprochen worden.

Wichtige Aufschlüsse über die körperliche Beschaffenheit und die Lebensweise der Menschen im Altdiluvium gewährt die Aufdeckung eines Lagerplatzes paläolithischer Jäger in einer Höhle unweit des kroatischen Marktfleckens Krapina, in der Prof. Kramberger von der Universität Agram in den Jahren 1899 und 1900 Ausgrabungen vornahm. Die Höhle befindet sich 25 Meter über dem Bache Krapinica, der sie während der jüngeren Tertiärzeit, um ebensoviel über seinem heutigen Bette fließend, im Sandstein ausgewaschen hat. Sie war fast ganz mit Verwitterungsschutt und Blöcken ausgefüllt, unter denen sich neben den Menschenspuren die Reste des braunen und des Höhlenbären, des Ur, des diluvialen Nashorn (Rhinoceros antiquitatis), des Hirsches, einer Schildkröte und des Alpenmurmeltieres befanden, welches letztere damals also durch die Gletscher von seinen Berghöhen vertrieben und in die Ebene gedrängt war. An menschlichen Skelettresten wurden Bruchstücke fast aller Körperknochen gefunden, darunter als besonders wichtig Schädeldachknochen, Zähne, Stücke des Ober- und Unterkiefers, eine gegen die Augenränder hin stark ausgeschweifte Stirn und mehrere Oberaugenränder von beträchtlicher Dicke und Hervorragung. Die durch diese Reste charakterisierten „Kulturschichten" sind durchsetzt von den Spuren ehemaliger Feuerstätten, kenntlich durch Asche und Holzkohle, rotgebrannte Sandsteinstücke und Sandmassen und angekohlte Knochen. In einem dieser Feuerlager, welches fast die ganze Schicht, in der es sich befand, durchsetzte, wurden fast ausschließlich menschliche, von Individuen verschiedenen Alters herrührende Knochen, alle mehr oder weniger zerbrochen und angebrannt, vorgefunden. Es unterliegt keinem Zweifel, daß wir es hier mit den Spuren einer Kannibalenmahlzeit zu tun haben.

Aus manchen Anzeichen schließt Prof. Kramberger, daß der diluviale Mensch von Krapina kräftig gebaut war. Seine Schädelknochen, besonders die, welche mit dem Kauapparat in Verbindung standen, waren stärker als die des heutigen Europäers, entsprechend der Lebensweise, welche ureinfach war und große Anforderungen stellte. Der Krapinamensch war ein Jäger, dem die einfachsten Waffen, von ihm selbst aus den vom Bache gewälzten Kieseln oder aus Knochen hergestellt, zur Erlegung der Beute dienten. Die Unzulänglichkeit seiner Bewaffnung mußte er vielfach, wenn er dem braunen oder dem gewaltigeren Höhlenbären gegenüberstand, durch seine Körperkräfte ersetzen. Auch das Rhinozeros, der Ur und der Riesenhirsch wurden ihm zur Beute. So primitiv er auch lebte, das Fleisch junger Individuen des Bären und des Nashorns zog er dem alter Tiere doch vor. Zu Jagdzwecken streifte er in der Gegend weit herum, kehrte indessen häufig zur Höhle zurück, wo er sich stets Feuer anlegte, sein



Mahl zubereitete und seine Gerätschaften herstellte. War er lange nicht daheim gewesen, so fand er im Hintergrund der Höhle wohl gar einen vor Altersschwäche gestorbenen Höhlenbären, der hier sein letztes Stündlein erwartet hatte. Unter Umständen nahm er auch, wie die mindestens zehn verschieden alten Individuen, Kindern und Erwachsenen, angehörenden Knochen beweisen, mit seinesgleichen fürlieb: er wußte es eben nicht besser. Nichts deutet auf eine höhere Kultur, keine Vervollständigung der ureinfachen Waffen, kein Kunsterzeugnis. Der diluviale Mensch von Krapina blieb während der ganzen Dauer oder Ablagerung des Höhlensandes auf derselben tiefen Kulturstufe.[1])

Von dem Menschen der Gegenwart unterscheidet sich dieser Höhlenbewohner durch mehrere Merkmale der Schädelknochen. „Vor allem ist der obere Augenrand an den Knochen des Schädels in erster Reihe bemerkenswert, weil er in einer derartig kräftigen und stark hervortretenden Form bis jetzt kaum beobachtet wurde. Zwar sind die oberen Augenränder einiger diluvialer Schädel auch bedeutend verdickt und vorgezogen, doch nicht so sehr wie beim Krapinaer Menschen. Selbst der Pithecanthropus erectus Dubois aus Java kann sich diesbezüglich nicht mit unseren Resten messen." Stark verdickte und vorgezogene Augenränder kommen am ausgeprägtesten bei den Menschenaffen vor und es unterliegt keinem Zweifel, daß infolge dieses bei ihm so stark hervortretenden Merkmales der Mensch von Krapina noch äffischer erschienen sein muß als der Neandertaler, auf den wir noch zurückkommen werden. In eigentümlicher Weise unterscheidet sich aber der Krapinaschädel von anderen altdiluvialen Schädeln durch die hohe Stirn, während die übrigen bekannten diluvialen Schädel mit stark vorgezogenen und verdickten Oberaugenrändern eine niedere, zurückweichende Stirn besitzen.

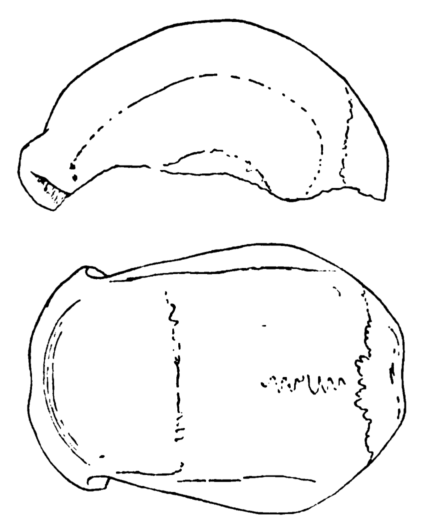
Die Zähne des Krapinamenschen sind im allgemeinen größer als die entsprechenden unsrigen und weisen an ihren Kronen Schmelzfalten auf, diese jedoch nicht so reichlich wie bei den Menschenaffen. Der Unterkiefer hat durch das Fehlen des Kinnes große Ähnlichkeit mit dem Unterkiefer von Naulette und noch mehr mit dem aus der Schipkahöhle. Letzteren hatte Virchow seinerzeit für den durch alle möglichen Krankheiten entstellten Kiefer eines alten Mannes erklärt. Nach Walkhoff,[2]) der den Bau der Unterkiefer des Menschen und der Menschenaffen mittels der Röntgen-Photographie studierte, ist der Schipkakiefer, den er für den ältesten bis heute gefundenen menschlichen Kiefer hält, der allerdings riesig entwickelte, sonst aber völlig normale eines zehnjährigen Kindes. Die Entwicklung der Kinnbildung beim Menschen ist stark beeinflußt worden durch die Tätigkeit zweier, innen an den Kiefer sich ansetzender Muskeln, welche beide für das Sprechen ungemein wichtig sind. Wir können daher annehmen, daß die Kinnbildung mit der wachsenden Sprechfähigkeit des

[1]) Mitteilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien, Bd. 31. Gaea, Jahrgang 38, Heft 10.

[2]) Der Unterkiefer des Menschen und der Menschenaffen. Biologisches Zentralblatt, Bd. 21, Nr. 18.

Menschen gleichen Schritt gehalten hat und daß jene Menschen, deren Unterkiefern das Kinn fehlt, die Besitzer des Unterkiefers von Prédmost, Naulette und dem Schipkapaß, noch nicht in dem Maße wie wir sprachgewaltig und redefertig gewesen sind.

Ebenfalls durch Virchow war ein schon im Jahre 1856 entdeckter altdiluvialer Menschenrest, der Neandertalmensch, als mit krankhaften Veränderungen behaftet gewesen und deshalb für die anthropologische Forschung wenig brauchbar, in Verruf gekommen. Leider beruhigte sich, trotz der abweichenden Ansicht anderer, besonders französischer Anthropologen, die gelehrte Welt bei der Anschauung Virchows, und der Neandertalschädel nebst den dazu gehörigen, ganz beträchtlichen Skelettresten verschwand in den Schubläden des Rheinischen Provinzialmuseums zu Bonn, aus denen er erst kürzlich durch die Bemühungen Gustav



Neandertalschädel von der linken Seite und von oben. ¼ nat. Größe.

Schwalbes, des Leiters der Straßburger Anatomie, zu gerechterer Würdigung erstanden ist.[1])

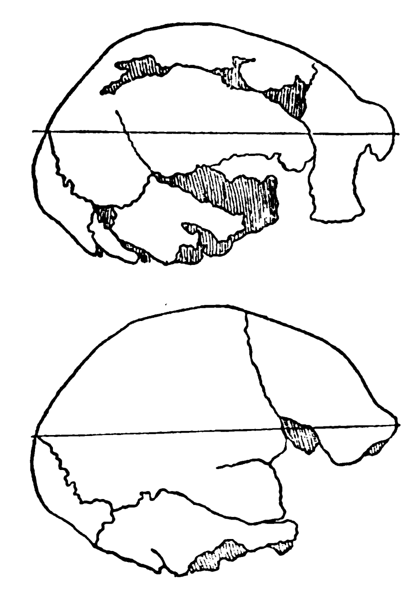
Da zeigte es sich denn, daß Virchows Beobachtungen sowohl wie seine Schlüsse größtenteils falsch und ungenau gewesen sind. Das unter ganz ähnlichen Umständen wie die Krapinaskelettreste in einer Kalksteinhöhle des Neandertales zwischen Düsseldorf und Elberfeld 60 Fuß über der Talsohle gefundene Skelett hat einem Manne im Alter von 40 bis 65 Jahren angehört, dessen erhaltene Reste sich so erheblich von den Skeletteilen des jetzigen Menschen unterscheiden, daß er als eine besondere Rasse oder Varietät angesehen werden muß.[2]) Der Schädel weist beträchtliche Unterschiede von einem modernen auf. Die Wölbung des Schädeldaches ist ungemein niedrig, die Scheitelbeine sind in ihrem oberen Teile weit schmaler geformt als beim heutigen Menschen, das Stirnbein legt sich mehr zurück, die Oberaugenränder springen hervor. Durch diese Merkmale „rückt der Neander-

[1]) Schwalbe, Der Neandertalschädel. Bonner Jahrbücher, 1901, Heft 106.

[2]) Emil Schmidt, Die Neandertalrasse. Globus, Bd. 80, Nr. 14.

taler weit von allen heutigen Menschen ab, er nähert sich mit ihnen beträchtlich der Schädelform des Pithekanthropus und der Affen, ja er steht in einzelnen Punkten den letzteren näher als den heutigen Menschen".

Diese Merkmale, welche an einer von G. Schwalbe entworfenen Zeichnung der über-

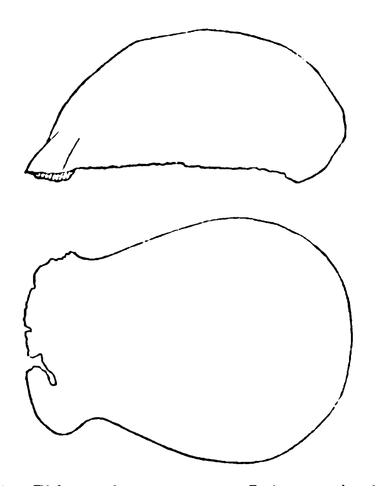


Die beiden Schädel von Spy, von der rechten Seite gesehen. ¼ nat. Größe.

einander gelegten Schädelprofile des Neandertalers und eines Altägypters förmlich in die Augen springen, könnten nun für ein rein individuelles, nur an diesem einen Ureuropäer zufällig auftretendes Vorkommen gehalten werden — wenn nicht andere Schädel gefunden wären, welche mit dem Neandertaler merkwürdig übereinstimmen. Es sind die Schädel zweier in einer Höhle bei Spy in Belgien gefundener Skelette, die dort zusammen mit Knochenresten des Mammut, eines Nashorns, der Höhlenhyäne und anderer Tiere lagen. Diese diluvialen Schädel wiederholen in auffälliger Weise die Besonderheiten des aus derselben Periode stammenden Neandertalschädels und rücken dadurch ebenso wie letzterer weit von der Formenreihe der heutigen Menschen ab. Und nicht nur hinsichtlich der Kopfform, auch in den übrigen Skeletteilen, soweit sie erhalten und untersucht sind, stimmen diese drei Ureuropäer überein. G. Schwalbe bezeichnet deshalb den Neandertaler und die Menschen von Spy als Vertreter nicht nur einer besonderen Menschenrasse, wie es die Neger, Malaien, Indoeuropäer u. a. sind, sondern einer eigenen Art der Gattung Homo, als den Homo Neandertalensis[1]); denn als Art sieht er an „eine Gruppe von Individuen, welche zwar viele Charaktere mit anderen Individuen gemeinsam haben können, übereinstimmend aber einen oder mehrere Charakterzüge ganz eigener Natur in einem gewissen Grade von Deutlichkeit aufweisen". Ein solches Merkmal der Neandertalart wäre z. B. die eigenartige oben angedeutete Bildung der Scheitelbeine. Ob es möglich ist, auch den Menschen von Krapina mit der Neandertal-Spy-Spezies (neuestens auch als Homo primigenius bezeichnet) zusammenzufassen, bedarf noch der Untersuchung.

Eine andere, möglicherweise auch uralte Rasse ist durch die Ausgrabungen französischer Forscher in den berühmten roten Grotten von Mentone entdeckt worden. In der nach dem Fund zweier Kinderskelette benannten Grotte des Enfants ergrub de Villeneuve in 7¾ Meter Tiefe zwei vollkommen erhaltene, nach den Beigaben der älteren Steinzeit angehörige Skelette. Die beiden dicht nebeneinander mit angezogenen Knien bestatteten Personen sind ein junger Mann und eine ältere, mit zwei Armbändern am linken Arm geschmückte Frau. Von Steinwerkzeugen fand man nur einige kleine „Schaber", zum Ablösen des Fleisches von den Knochen benützte Instrumente.

An den Schädeln der beiden Skelette ließ sich eine auffallende Mischung verschiedener Rassetypen feststellen. Während die Stirn hoch und entwickelt ist, zeigt die untere Gesichtspartie einen stark ausgeprägten Prognathismus, d. h. Vorspringen der Kieferpartien und Schiefzähnigkeit; das Kinn fällt im Profil gerade ab, statt wie bei höheren Rassen charakteristisch vorzuspringen. An der Basis der Nasenöffnungen zeigten sich die für die Negerrassen typischen Vertiefungen. Es scheint hier also ein neuer paläolithischer Menschentypus mit negroiden Merkmalen vorzuliegen, vielleicht eine Mischrasse, die dadurch entstand, daß Menschen indogermanischer Nordrasse mit Menschen äthiopischer Südrasse zusammenstießen. Daß afrikanische Rassen nach Europa einwanderten, nimmt auf Grund von Vergleichungen europäischer und ägyptischer Hockergräber der Steinzeit auch R. Forrer an.



Schädeldach des Pithecanthropus erectus Dub., von der linken Seite und von oben gesehen. ¼ nat. Größe.

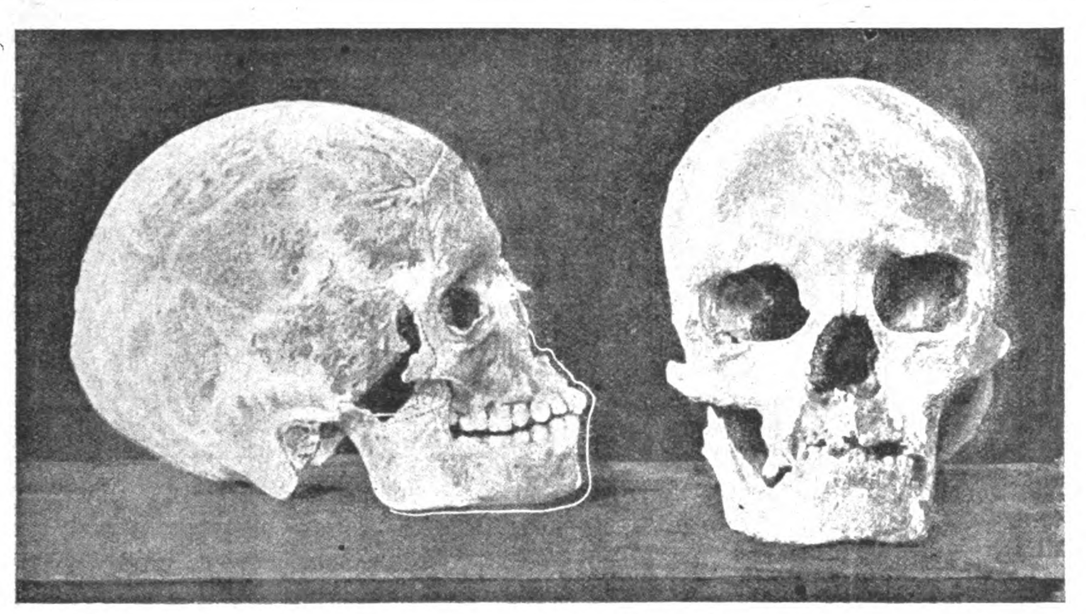
Nicht körperliche Reste, wohl aber sehr interessante Lagerplätze diluvialer Menschen in Böhmen sind durch den Urgeschichtsforscher Prof. Woldřich nordwestlich von Prag entdeckt worden. Hier, in der Jeneralka, jagte der Mensch hauptsächlich das Renntier, das Pferd und den Ur, deren Fleisch seine Hauptnahrung bildete, vielleicht



[1]) Schwalbe, Neandertalschädel und Friesenschädel. Globus, Bd. 81, Nr. 11.

auch das Mammut und das Nashorn. Letztere hat er wohl schwerlich mit seinen primitiven Waffen erlegt, sondern vielleicht in den Hinterhalt oder in Gruben gelockt und durch Felswürfe getötet. Da die gefundenen Geweih- und Knochenreste des Renntiers vorwiegend kleineren und schwächlicheren Tieren angehören und die Eigentümlichkeiten der Knochen wilder Renntiere entbehren, so vermutet Prof. Woldřich, daß der Diluvialmensch jener Zeit das Renntier bereits in seiner Nähe gehegt hat, und zwar mit Hilfe eines der beiden Hunde der Diluvialzeit, die er gezähmt hatte.

Der paläolithische Europäer begann gegen das Ende der Diluvialzeit das Renntier zu hegen, den diluvialen Hund und wahrscheinlich auch das Pferd und den Ur zu zähmen; nach gewonnener Übung in der Herstellung seiner sorgfältig zugeschnittenen und zugeschliffenen Knochenwerkzeuge begann er auch, in der mesolithischen und neolithischen (jüngeren Stein-) Zeit zunächst die Schneiden seiner



Schädel aus der Grotte des Enfants. (Nach »La Nature«.)

Steinwerkzeuge zuzuschleifen, wie dies die ältesten Funde dieser Art (aus dem Neolith) beweisen. Die ältesten Kulturgewächse weisen dann auf den Südosten; durch Kolonisierung und wechselseitigen Verkehr gelangten später zu ihm einige anderwärts gezähmte Tiere und weitere Kulturpflanzen aus dem Osten Europas und aus Asien; dies alles während der mesolithischen und neolithischen Zeit.

„Zu Ende der diluvialen (paläolithischen) und während der mesolithischen Zeit verbreiteten sich die Familien des diluvialen Menschen, welcher bereits eine verhältnismäßig bedeutende Kulturstufe erreichte, über Europa in kleinen Stämmen, diese mehrten sich, pflegten den Verkehr mit anderen Stämmen, und nachdem sie noch die Anfänge des Ackerbaues hinter sich hatten, verbreiteten sie während der neolithischen Zeit die Viehzucht und den Ackerbau. In diesem Zeitabschnitte begegnen wir in Europa schon seßhaften Völkern, wie dies die zahlreichen neolithischen Ansiedlungen auf Anhöhen, Felsvorsprüngen und später auch in der Ebene, sowie die Pfahlbauten bezeugen.

„Die alte Ansicht, daß mit Beginn des Neoliths ein ganzes neues Volk aus Asien (woher hier?) nach dem menschenleeren Mittel- und Westeuropa plötzlich einwanderte, versehen mit dem ganzen fertigen Inventar der neolithischen Kultur, entbehrt jeden Beweises.“ [1]) Diese alte Irrlehre, welche sich besonders auf die sogenannten Indogermanen bezog, ist in den letzten Jahrzehnten von Penka, Wilser und Carus Sterne (F. Krause) erschöpfend widerlegt werden. Der Streit dreht sich jetzt nicht mehr um die Frage, ob Asien oder Europa, sondern welche Gegend Europas speziell als Heimat der Indogermanen anzusehen sei.

Die jüngere Steinzeit.

Unter allen Rassen, mit denen die Urgeschichtsforschung uns in der Nacheiszeit, für die Epoche der geschliffenen Steine, des Kupfers und der Bronze, bekannt macht, hat keine einen solchen Einfluß auf die spätere Geschichte des Erdteils Europa, ja der ganzen Erde bis auf die Gegenwart ausgeübt als die Indogermanen. Die Iberer, die Etrusker, die Ligurer, die Kelten und andere Rassen, sie haben wohl greifbare Spuren ihrer Kultur hinterlassen, sie selbst aber sind fast restlos in den Stürmen der Jahrtausende verweht, während das Indogermanentum diese Stürme nicht nur siegreich bestand, sondern im Kampfe mit jeglichem Ungemach sogar immer machtvoller sich erhob und gegenwärtig sich anschickt, die Welt unter sich zu verteilen.

Die Stätten, in welchen diese lebenszähe und daseinsfreudige Rasse sich entwickelte und ihre Kindheit verlebte, sucht Dr. Matthäus Much in

[1]) Académie des sciences de l'emp. François Joseph I. Bulletin internat. Prague, VI. Année 1901.



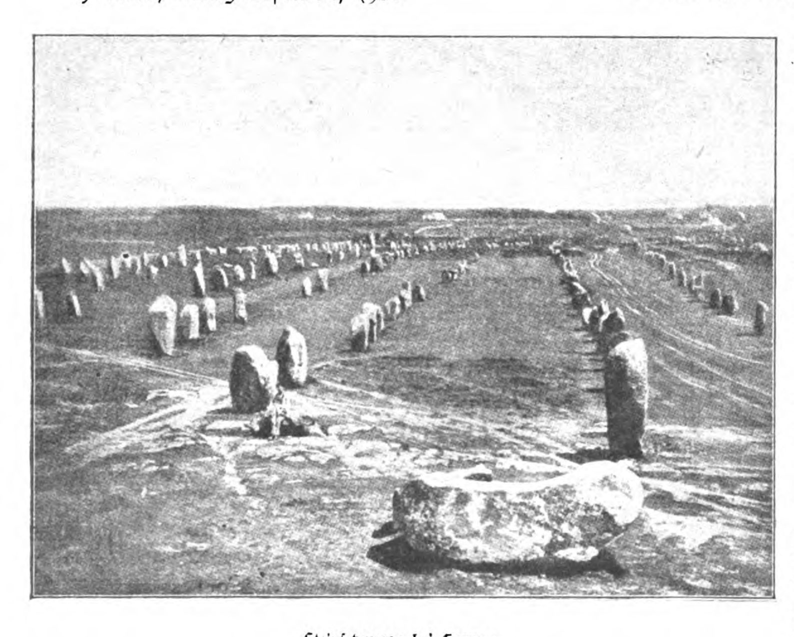


Menhir von St. Dourzal.

einer gründlichen, für den Laien mit fast zu reichem Detail ausgestatteten Untersuchung über „Die Heimat der Indogermanen im Lichte der urgeschichtlichen Forschung" zu ermitteln.[1]) Dabei gibt er freilich dem Worte „Heimat" nicht die Bedeutung, welche der Leser wohl eigentlich bei dem Titel vermutet. Nicht das erste und eigentliche Ursprungsland unserer Rasse, nicht die vielleicht sehr beschränkte Stätte, auf der die Stammväter der späteren Indogermanen während der großen Eiszeit weilten, will er ermitteln, sondern jenes Gebiet, in dem sie zuletzt ungetrennt beisammen wohnten und von wo aus sie sich durch die halbe Welt verbreiteten. Er weist in überzeugender Weise nach, daß diese Heimat, dieses Haus, welches die sämtlichen Glieder der großen Familie gemeinsam bewohnten, wenn auch vielleicht keins derselben in ihm geboren war, nicht in Asien, sondern im nordwestlichen Europa lag. Sie umfaßt die Küstenländer und Inseln der westlichen Ostsee, wird im Westen von der Nordsee bespült, reicht im Süden bis an den Nordrand der mitteldeutschen Gebirge und die westlichen Ausläufer der Karpathen, im Osten anfangs bis zur Oder, später bis zur Weichsel. Eine strenge Umgrenzung ist schon deshalb nicht möglich, weil diese Heimat in einer steten Erweiterung begriffen war. Denn im weiteren Verlauf ihres Anwachsens, noch innerhalb des Steinzeitalters, überschritten Indogermanen das deutsche Mittelgebirge und drangen bis an die Alpen, schifften nach Großbritannien und Irland und erreichten anderseits stoßweise die mittlere Donau und den Balkan sowie den Dnjestr und die südrussische Steppe, endlich die Länder des Schwarzen und des Ägäischen Meeres.

[1]) Berlin, Verlag Costenoble, 1902.

Die Ostseeküsten lieferten mit ihrem unerschöpflichen Reichtum an Flint oder Feuerstein die Grundlage der Kultur des jüngeren Steinzeitalters, der zahllosen Werkzeuge und Waffen aus diesem Material, welche nirgends so massenhaft, nirgends in solcher Vollendung, mit so meisterhafter Beherrschung des Steins ausgeführt, vorkommen. Die unendliche Mannigfaltigkeit der Gerätformen läßt auf lange und ausgebreitete Übung in dieser Handwerkstechnik schließen. Fremder — orientalischer — Einfluß läßt sich weder in der Form dieser Gerätschaften aus Stein noch in der ganzen Kultur Nord- und Mitteleuropas während der Steinzeit nachweisen; sie ist nicht von außen importiert, sondern auf heimischem Boden erwachsen unter einem Volke, das hier seit dem Abschmelzen des Inlandeises Jahrtausende gesessen haben muß. Zeit genug zum Entstehen einer solchen bodenständigen Kultur war vorhanden; verlegt doch Prof. Penck das erste „Auftreten" des Menschen in Europa um 40 bis 50 Jahrtausende hinter die Gegenwart. Aus ihrer Urheimat an der Ostsee nahmen die Germanen die Vorliebe für den Bernsteinschmuck mit, welcher fast ausschließlich ein Besitz indogermanischer Völker gewesen und geblieben ist. Hier im Umkreise der Ostsee entwickelten sich die einfachen Grabstätten, in denen die Leiche mit kopfgroßen Steinen umstellt wurde, durch stärkere Steingräber zu sogenannten Steinkisten, einfacheren Stuben und Riesenstuben mit langen, in die Grabkammer führenden Gängen. Es war besonders die letzte, jüngste Grabform, welche die damals schon seekundigen Germanen durch die Nordsee, den Atlantischen Ozean und das Mittelmeer an alle von ihnen erreichten Gestade verpflanzten. Diese Gräber zeigen sich hauptsächlich in einem schmalen Küstensaum West- und Südeuropas, ohne tief ins innere Land zu dringen; sie also



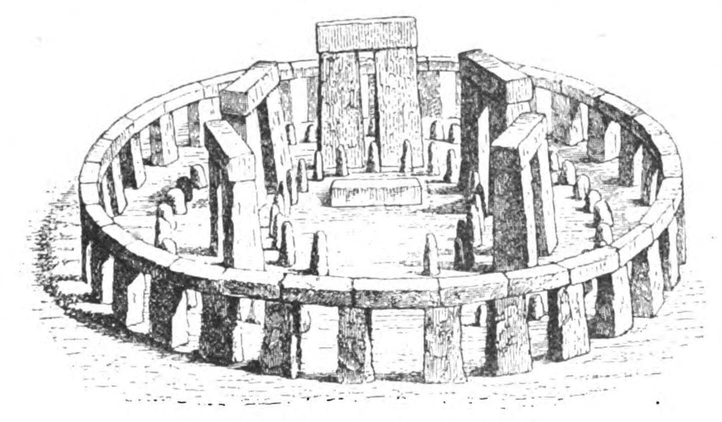
Steinsetzungen bei Carnac.

sind nicht über das Festland von Volk zu Volk gewandert. Mit ihnen stehen die sonstigen Steinbauten: die Steinkreise, Dolmen, Menhirs und Cromlechs, in engem Zusammenhange; auch sie sind vornehmlich in der Nähe des Meeres, auf Inseln, Halbinseln und Küsten gelegen.

„Überall in der Bretagne" — schildert ein neuerer Reisender — „begegnen dem Wanderer diese Steindenkmäler, am häufigsten nahe der Küste, gemäß der Tendenz zum Meere, welche von je die Bevölkerung der Bretagne beherrschte. Am großartigsten finden wir sie auf der Halbinsel Crozon und nahe Auray und Vannes.

„Besonders südlich von Auray drängen sich alle Typen eng beieinander zusammen: die als »cromlech« bezeichnete Steinsetzung in Kreis- oder Ovalform, die als »dolmen« charakterisierte steinerne Grabkammer und die einzeln aufragenden »menhirs«. (dol = Tisch, men = Stein, hir = groß, lang.) Bei den Dolmen überrascht die oft 10 bis 15 Meter lange und 2 bis 3 Meter dicke Deckplatte von vielen Zentnern Gewicht, welche trotzdem ohne Hilfe von komplizierteren Hebewerkzeugen auf die senkrecht im Boden stehenden Steine ‚gleich dem Deckblatt eines Kartenhauses' aufgelegt zu sein scheint. Diese Bauten stellen Steingräber dar aus der Zeit des sogenannten polierten Steines, wie ihr Inhalt aus Aschenurnen, Schmuck und Steinwaffen zur Genüge ergab. Sie sind noch zum Teil, wie bei Carnac oder auf Cavr Innis im Morbihan, von Hügeln aus Erde, Rollkieseln und Meeresschlamm umgeben, zumeist indessen heute bloßgelegt.

„Unter den Menhirs der Bretagne, welche für gewöhnlich ein bis zwei Manneshöhen erreichen, imponiert nahe Locmariaquer der Manéar-Groach durch seine gewaltigen Dimensionen. Mehr als 24 Meter lang und 6 Meter im Umfang wiegt dieser Gigant 200.000 Kilogramm und liegt heute in drei gewaltige Stücke zerschmettert am Boden. Wie eine derartige Last, welche selbst der moderne Riesenkran im Hamburger Hafen mit 150.000 Kilogramm Tragfähigkeit nicht zu heben vermöchte, jemals aufgerichtet gestanden haben kann, ist unerfindlich. Vielleicht bleibt es ein ähnliches Rätsel wie die Frage nach dem Zwecke jener Heerscharen von Menhirs, welche unter der französischen Bezeichnung „alignements" nahe Carnac auf einer gegen 4 Kilometer langen und 300 Meter breiten Zone zu im ganzen etwa 3000 Blöcken in 9, 11 und 13 nebeneinander von Osten nach Westen parallel hinlaufenden Reihen aufgestellt sind und wohl noch niemals des Eindruckes auf einen Neuling verfehlt haben dürften, welcher sich ihnen zum erstenmal näherte."[1]) — Daß derartige Denkmale wirklich in die Steinzeit hineinreichen, scheint durch die Funde bewiesen, welche kürzlich bei der Rekonstruktion des berühmtesten englischen vorgeschichtlichen Denkmals, Stonehenge, gemacht wurden. Das angelsächsische, Steingehänge bedeutende Wort gibt uns über seinen Zweck nicht den geringsten Aufschluß und ist wohl nur durch die Bauart des Monuments hervorgerufen, welches die nach Großbritannien übersetzenden Angelsachsen noch in bester Erhaltung erblickt haben mögen. Jetzt ist es außerordentlich verwüstet, indem die stürmischen Westwinde in dem vom Regen erweichten Boden einen der gewaltigen Steinpfeiler nach dem anderen umgestürzt haben. Von dem ersten äußeren Steinpfeilerkreis, der aus 30 Monolithen von je 4 Meter Höhe und 1—2 Meter Dicke bestand, steht noch gut die Hälfte der Monolithe (Einzelsteine), von denen je zwei durch überliegende Decksteine verbunden sind, deren beide Enden auf je zwei Pfeilern eingezapft waren. Auch griffen die Decksteine durch Vorsprünge einer in den anderen und bildeten so einen dichtgeschlossenen Kreis. Innerhalb dieses Torkreises stand ein zweiter Kreis kleiner, bis 2 Meter hoher, unregelmäßig geformter Einzelsteine, und innerhalb dieser Steinkegel folgte das monumentale Hauptstück, ein aus fünf Trilithen (Dreisteinen) bestehender, nicht ganz geschlossener (hufeisenförmiger) Kreis, von dem noch zwei Trilithen aufrecht stehen. Ein jeder Trilith besteht aus zwei hohen Pfeilern mit mächtigem eingezapften Deckstein darüber, die Paare beiderseits des Einganges sind 5, die folgenden 6, der mittelste 7 Meter hoch. Nun folgt als vierter Kreis wieder eine Reihe kleinerer kegelförmiger Steine mit einer Lücke als Eingang, entsprechend dem Eingange zwischen den Trilithen, und das Zentrum des Ganzen bildet der dem Eingange gegenüberliegende flache, 4 Meter lange Altarstein.


Stonehenge. Nach der Rekonstruktion von Brown.

Gegenwärtig hat man Vorkehrungen getroffen, um dem weiteren Verfall von Stonehenge Einhalt zu tun. Bei den zu diesem Zwecke gemachten Grabungen wurden die Steingeräte aus Flint, die zur Nachbearbeitung der Pfeiler am Orte gedient hatten, kürzere und längere Hämmer, Hammeräxte, große Hämmer aus Quarzit von 1 bis 6 Pfund Gewicht und gewaltige Schlegel von 37 bis 64 Pfund, gleichfalls aus Quarzit, gefunden. Auf Bronze oder Kupfer wies nur ein Grünspanflecken am unteren

[1]) Dr. M. Friederichsen, Beiträge zur geographischen Charakteristik der Bretagne .... Globus, Bd. 80, Nr. 19.

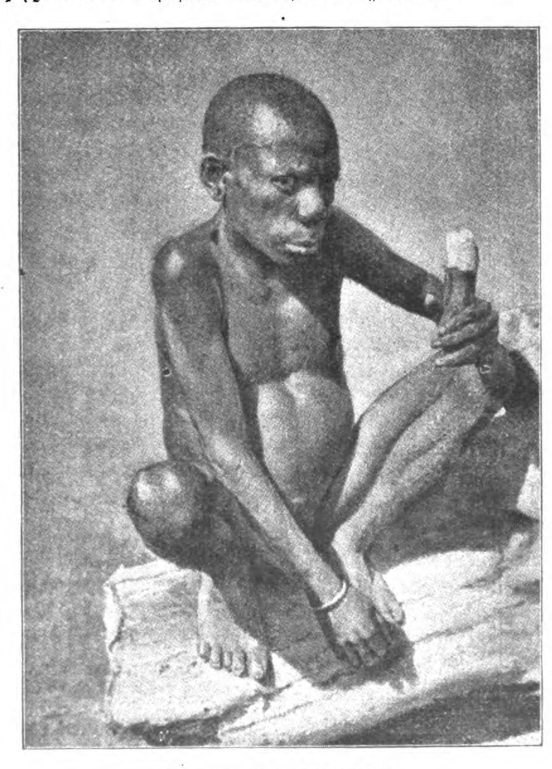


Ende eines Pfeilers, in 7 Fuß Tiefe, hin; also könnte Stonehenge möglicherweise noch in die Bronzezeit hineinragen, und Gowland setzt daher vorläufig das Denkmal in den Beginn der britischen Bronzezeit, 2000—1800 v. Ch. Unter der Annahme, daß Stonehenge von Sonnenanbetern behufs Beobachtung des Sonnenaufgangs zur Zeit der Sommersonnenwende errichtet sei, hat man im Juni 1901 die Differenz zwischen dem gegenwärtigen und dem damaligen Sonnenaufgangspunkte ermittelt und danach als genauestes Datum der Errichtung des Heiligtums das Jahr 1680 v. Ch. berechnet.

Pygmäen der Vorzeit.

In der Entwicklung der Tiere scheinen die kleineren Formen den großen vorangegangen zu sein, und nicht anders mag es sich bei der Schöpfung des Menschen verhalten haben. Rassen oder wenigstens Überreste kleiner Menschenformen sind überall auf dem Erdenrund zu finden, und seitdem man erst die Aufmerksamkeit auf diese sogenannten Pygmäen, deren Größe gewöhnlich 1·50 Meter nicht überschreitet, gerichtet hat, mehren sich die Entdeckungen von Jahr zu Jahr. Nicht nur Afrika besitzt seine Pygmäenstämme, die Buschmänner, Akka, Batua u. a.; auch auf Ceylon (Weddas), Malakka, den Philippinen (Negritos), in Südamerika (Peru, Argentinien), jüngst auf Neu-Guinea, vor längerer Zeit schon in Sizilien sind sie entdeckt worden. Nun bestätigt sich auch mehr und mehr, daß Europa einst eine ganze Bevölkerung von Pygmäen besaß.[1])

[1]) J. Kollmann, Pygmäen in Europa und Amerika. Globus, Bd. 81, Nr. 21. — Thilenius, Prähistorische Pygmäen in Schlesien. Globus, Bd. 81, Nr. 17.



Zwerg aus dem Semlikiwalde.

In der Schweiz sind an drei verschiedenen Orten Pygmäenknochen in Gräbern der neolithischen (jüngeren Steinzeit-) Periode, vermischt mit Skelettresten hochgewachsener Europäer, gefunden worden. Jede neue Entdeckung der Art beweist, daß unsere europäischen Zwerge ebenso mit den großen Zeitgenossen zusammen lebten wie die farbigen Pygmäen noch jetzt zumeist mit den farbigen hochgewachsenen Stämmen. In einer neolithischen Grabstätte Frankreichs sind unter den Knochenresten bis zu 9% solche von Pygmäen gefunden worden, und ähnliche Funde sind bisher, obwohl man keinerlei besondere Aufmerksamkeit darauf verwandt, noch auf zwei anderen französischen Grabfeldern der jüngeren Steinzeit gemacht. Jüngst sind nun auch in Deutschland Grabstätten aufgedeckt, welche Mitglieder beider Rassen einschließen. Die Fundorte liegen einmal am Rhein, bei Worms und Egisheim, und dann weit davon entfernt in Schlesien, in dem fruchtbaren Gau zwischen Breslau und dem Zobten.

Man berechnet die Länge eines Körpers ziemlich genau aus der Länge einzelner Röhrenknochen, deren Größe zu der des ganzen Skeletts in einem bestimmten, selten schwankenden Verhältnis steht. Gewöhnlich benützt man zu dieser Berechnung den dazu besonders geeigneten Oberschenkelknochen. Bei der Bestimmung der Längenverhältnisse prähistorischer Skelette ist man auf eine solche Berechnung durchaus angewiesen, da ganze Skelette im natürlichen Zusammenhange der Knochenteile selten erhalten sind. Danach waren die von Prof. Thilenius entdeckten, schon früher ausgegrabenen, aber in ihrer Eigenart nicht erkannten schlesischen Pygmäen 143—152 Zentimeter, die von Schweizersbild, der berühmtesten schweizerischen Fundstätte, 135—150 Zentimeter, die von Egisheim 120 bis 152 Zentimeter, ein bei Worms gefundener 144 Zentimeter lang. Die größere Anzahl der bisher in Deutschland und der Schweiz entdeckten bleibt unter $1\frac{1}{2}$ Meter.

Zeitlich gehören die Pygmäen im Rheintale der neolithischen Periode an; in Schlesien dagegen ist der Fund von Rotschloß aus der ersten Periode der Bronzezeit, der von Jordansmühl vielleicht aus römischer, der von Schwanowitz aus slawischer Zeit. Damit sind die mitteleuropäischen Pygmäen bis auf ein Jahrtausend etwa der Gegenwart nähergerückt, in welcher sowohl im Westen wie im Osten gesunde und proportionierte Erwachsene beiderlei Geschlechtes von 145 bis 150 Zentimeter Körperlänge nicht selten sind. Ob diese heutigen vereinzelten Pygmäen die Nachkommen der zur Slawen- und Römerzeit lebenden und letztere wieder Reste der neolithischen sind, läßt sich natürlich nicht entscheiden.

Prähistorische Bildergalerien.

In Böhmen, in der Schweiz, besonders aber im südlichen Frankreich, welches während der Eiszeit größtenteils gletscherfrei blieb und eine ständige, durchaus nicht kulturlose Bevölkerung besaß, haben sich zahlreiche Spuren einer vorgeschichtlichen, vorwiegend sogar der älteren Steinzeit angehören-



Vorgeschichtliche Wandmalereien der Grotte Altamira.

den Kunstübung erhalten. Die auf uns gekommenen, auf Knochen und Steinplatten geritzten oder aus Elfenbein geschnitzten Werke dieser Kleinkunst, von denen einzelne, wie die drollige „Venus von Brassempouy", einen Weltruf erlangt haben, gewähren uns Einblicke in die Gedankenwelt der Fischer und Jäger, die hier als Zeitgenossen des Renntiers und des riesigen Mammut lebten.

Außer diesen Kleinskulpturen haben die ersten Künstler Europas in den Höhlen, die ihnen zum zeitweisen Aufenthalt dienten, eine Anzahl von Wandgemälden hinterlassen, deren hochentwickelte Technik uns in Erstaunen setzt. Wir begreifen nicht recht, wie es diesen „Wilden" möglich wurde, in der tiefen Finsternis, die im Innern der Höhlen herrschte, bei ihren unzureichenden Beleuchtungsmitteln solche in die Wände geritzte, teilweise farbig ausgefüllte Kunstwerke auszuführen. Man hat sie deshalb zum Teil auch für die Werke von Fälschern erklärt, besonders die Zeichnungen der **Grotte von Altamira** bei Santander in Nordspanien, welche schon vor einem Vierteljahrhundert entdeckt wurden und gegenwärtig nach gewissenhaftester Prüfung für echt und von hohem Alter gehalten werden. Die mit rotem Ocker und einer schwarzen Farbe höchst realistisch gemalten Tierbilder stellen meist den Wisent in den verschiedensten Stellungen und Ansichten dar, daneben jedoch auch einige andere Vierfüßler, z. B. eine sehr schöne Hirschkuh, ein deutlich erkennbares Wildpferd u. a.

Viel zahlreicher und mannigfaltiger sind die Darstellungen, welche vor kurzem in zwei südfranzösischen Höhlen, in der Grotte des Combarelles bei Eyzies (Dordogne) und der 2 Kilometer davon entfernten Grotte Font de Gaume entdeckt sind. Ihnen stehen die von E. **Rivière** in der **La Mouthe-Höhle** (ebenfalls Dordogne) aufgefundenen ebenbürtig zur Seite. **Rivière** fand, als er die Untersuchung der Höhle 1894 in Angriff nahm, eine kleine Öffnung, durch die er sich nur auf dem Bauche liegend zwängen konnte. Der Höhleneingang war mit Schuttmassen verstopft, die zahllose Steinwaffen, Knochenreste, Geweihteile, Küchenabfälle und Werkzeuge des prähistorischen Menschen enthielten. Hunderten von Generationen hatte die Höhle als Wohnstätte gedient, über deren Hinterlassenschaft das Wasser dann noch die Gebeine von Renntieren, Höhlenbären und Höhlenhyänen geschwemmt hat. Diese Schuttmassen welche am Eingange eine Höhe von 2·5 Meter hatten, sind jetzt auf eine Strecke von 128 Meter weggeräumt, während sich die ganze Höhle mindestens 220 Meter weit in den Berg erstreckt. Die Zeichnungen in La Mouthe begannen erst etwa 100 Meter hinter dem Eingange der Höhle. Sie waren mit Steingriffeln, die man am Boden fand, in die Wand geritzt und teilweise mit rotem Ocker ausgefüllt; die einzelnen Tiere sind zum Teil in beträchtlichen Maßen, in halber bis ganzer Lebensgröße ausgeführt.

Weit mannigfaltiger sind die Kunstwerke von **Combarelles**. Sie beginnen etwa 15 bis 20 Zentimeter über dem Boden der Höhle und reichen aufwärts fast bis zu der nur 2 Meter hohen, jetzt mit Tropfsteingebilden bedeckten Decke. Die Zeichnungen sind meistens tief in den Fels eingegraben, andere nur eingeritzt. Oft sind sie, ein Zeichen hohen Alters, von einer Stalagmitenkruste überzogen und unkenntlich gemacht. Während bei einigen Figuren die Umrisse durch schwarze Farbe deutlicher gemacht sind, ist bei anderen der Fels rings um den Kopf des Tieres ausgeschabt, so daß der Kopf im Flachrelief hervortritt. Einzeln oder zu Gruppen vereinigt finden wir hier über 100 erkennbare Figuren, größtenteils von überraschender Naturtreue, wenn auch manchmal ver-

fehlten Proportionen. Unter den 40 Darstellungen pferdeartiger Tiere lassen sich wenigstens zwei verschiedene Typen unterscheiden: der eine zeigt kräftigen Kopf mit gekrümmter Nase, kurzer, steifer Mähne; daneben finden wir Equiden (Pferdeartige) von viel schlankerer Form, mit kleinem Kopf, feinen Füßen, aufstehender Mähne und einem langen Schwanze mit einem Haarbüschel an der Spitze abgebildet. Deutliche Zeichnungen eines Halfters, eines Seiles um die Schnauze, deuten darauf hin, daß man das Roß damals auch schon zähmte, was schon angesichts der früher entdeckten Darstellungen gehalfterter Pferde in der Höhle von Mas d'Azil vermutet wurde. Bei zwei Pferden scheint sogar eine über sie geworfene Decke gezeichnet zu sein. Weniger häufig sind die Zeichnungen von Rindern. Drei scheinen Wisents darzustellen, eine ähnelt unserem Hausrinde, andere sind antilopenartig. Nur zwei vollständige, durch das Geweih gut charakterisierte Renntierfiguren sind vorhanden; sie unterscheiden sich deutlich von dem dreimal dargestellten Hirsche. Am interessantesten sind die vierzehn Mammutzeichnungen. Einige der Tiere sind völlig und dick mit Haaren bedeckt, also vielleicht im Winterpelz dargestellt, andere besitzen schwächere Behaarung, zeigen aber ein Vlies an der Unterseite des Körpers, am Kopfe und bisweilen um das Maul herum. Der Rüssel und die gebogenen Stoßzähne, die plumpen Füße, der kurze, kräftige Schwanz sind höchst charakteristisch gezeichnet. Neben den ausgeführten Figuren treten zahllose undeutliche Linien, Anfänge und Versuche auf.

Besonders deutlich läßt sich die Technik dieser Malereien in der Font de Gaume-Grotte erkennen. Wie in der griechischen Vasenmalerei, sind die Zeichnungen schwarz umrissen und meistens rot ausgefüllt. Bräunliche Färbung einzelner Körperteile, z. B. der Köpfe der Wisents, scheint man durch Anwendung beider Farben übereinander erzielt zu haben. In anderen Fällen sind die Umrisse auf die schon aufgetragene Farbe gezeichnet oder durch Abschaben gewonnen. Manchmal hat der Zeichner sich die Vorsprünge des Felsens zu nutze gemacht, um bestimmte Körperteile schärfer hervorzuheben. Von den hier gefundenen 77 Tierdarstellungen sind 49 Wisents, 4 Renntiere, 1 Hirsch, 2 Mammute, 3 Antilopen und 2 pferdeähnliche Tiere deutlich erkennbar, während 11 Figuren unbestimmbar bleiben. Dazu kommen noch einige geometrische und andere Ornamente.

Ein Grab der Bronzezeit.

Zu den interessantesten jüngst aufgedeckten Grabkammern aus der Bronzezeit gehört das Königsgrab von Seddin in der Priegnitz. In der ganzen Priegnitz, dem nordwestlichen Landesteile der Provinz Brandenburg, geht die Sage von dem Riesenkönig, der in einem dreifachen Verschluß, einem eisernen, darin einem silbernen und schließlich einem goldenen Sarge, beigesetzt sei. Diese Sage haftete schließlich an dem sogenannten Königsgrab, auch Hinzberg (Heinrichsberg) genannt, dessen ganze Umgebung früher ein geweihtes Tumulus-Feld gewesen zu sein scheint. Es ist wahrscheinlich das riesigste aller nordeuropäischen Hünengräber; denn seine Höhe beträgt 11, sein Durchmesser 90 Meter, sein durch einen Kranz großer Felsblöcke markierter Umfang 300 Schritte, während z. B. der weithin sichtbare Dubberwort auf Rügen nur 8 Meter Höhe und 50 Meter Durchmesser, der sogenannte Torshügel bei Upsala 10·5 respektive 60 Meter besitzt. Obwohl der von Unkundigen vielfach für eine natürliche Anhöhe gehaltene Hügel im letzten Jahrzehnt häufig als Steinbruch und Sandgrube benützt wurde, blieb das Innere doch durch die Jahrtausende hindurch gänzlich unberührt und wurde erst im September 1899 durch eine wissenschaftliche Kommission geöffnet und untersucht.[1])

Durch einen langen Stollen wurde der Eingang der etwa 2·20 Meter im Durchmesser haltenden Grabkammer erreicht, deren bemerkenswerte Einrichtung uns die Kultur und das Empfinden unserer Vorfahren vor etwa $2^1/_2$ Jahrtausenden in sehr verteilhaftem Lichte zeigt. Der Boden, aus einer lehmig-tonigen Masse hart geschlagen, bildet mit seinem matten Glanz und der schokoladenähnlichen Farbe einen linoleumähnlichen Estrich. Die Wandung der Höhle ist aus großen, aufrecht stehenden Geschiebeblöcken hergestellt, welche ein nicht ganz genaues Neuneck bilden und oben kuppelartig abschließen. Die rauhen Steinwände waren mit einem dicken Mörtelbewurf bekleidet, der gleich dem Fußboden geglättet und dann mit roten Ornamenten bemalt wurde, gleichsam ein die Wände verkleidender Teppich. Die als überhängend gedachten oberen Enden dieses Behanges zeigen eine rötliche à la grecque-Borte. Der Abschluß der Grabkammer nach oben ist nicht, wie das sonst bei den Riesengräbern der jüngeren Stein- oder der Bronzezeit meist üblich, durch horizontale Plattenbedeckung hergestellt, sondern ähnlich wie bei den mykenischen Kuppelbauten gewölbt. Auf die Wandsteine der Kammer wurde zunächst ein kräftiges Widerlager von Blöcken gelegt und von ihnen aus rund herum eine Steinlage nach der anderen vorgeschoben, von denen jede obere ein wenig mehr über die untere vorsteht, bis sich die Steine der obersten Schichte in der Mitte nahezu, bis auf eine Art von Schlußstein auf der Mitte, berühren.

In der näheren Nachbarschaft des Grabes, welches behufs ewiger Erhaltung in den Besitz der Provinz übergegangen ist, während sein Inhalt einen der größten Schätze des märkischen Provinzialmuseums zu Berlin bilden wird, sind mehrere sogenannte Hausurnen gefunden worden, die nach Geheimrat Friedels Annahme nicht nur zeitlich ungefähr derselben Epoche angehören, sondern auch in ihrem äußeren und inneren Aufbau das Seddiner Königsgrab nachahmen. „Man muß dabei bedenken, daß dieses gewaltige Grab auf die benachbarte Bevölkerung sicherlich, verhältnismäßig und vergleichsweise, den Eindruck einer ägyptischen Pharaonenpyramide gemacht hat und als ein Wunderwerk weit und breit angestaunt und bekannt gewesen ist."

[1]) E. Friedel, Bericht über das Königsgrab bei Seddin, in Verhandlungen der Berl. Gesellsch. f. Anthrop. &c, Bd. 33 (1901), S. 64.



Das Innere der Grabkammer, groß genug, um vier Erwachsene sich um einen Tisch gruppieren zu lassen, enthielt eine Anzahl Urnen mit Beigaben. Den Mittelpunkt dieser Ausstattung bildete ein großes, schweres, schwarzbraunes Eimergefäß, dessen flacher, dicht schließender Deckel durch vier Tonnieten auf dem Urnenrande befestigt war. In dieser Tonvase, deren Höhe $^1/_2$ Meter beträgt, stand eine im Hallstattstil geformte Bronzevase, von der man, um sie hineinsetzen zu können, die Handgriffe hatte entfernen müssen. Sie umfaßte die Brandreste eines kräftigen Mannes in den dreißiger Jahren und eine Anzahl Beigaben, z. B. ein kleines bronzenes Schöpfgefäß, ein verziertes Bronzemesser mit Griff. Außer dieser großen Urne waren noch vier weitere Urnen mit Leichenbrand vorhanden, darunter in einer bedeckelten Urne die Reste einer Frau in den zwanziger Jahren, in einer anderen die Reste eines noch jüngeren Menschen vielleicht auch weiblichen Geschlechtes. An Schmuck und Toilettegegenständen enthielten die Gefäße zwei mit getriebenen Perlreihen verzierte Bronzeschälchen, Bartmesser und Bartzange, Hals- und Armringe, einen zwölfzinkigen Kamm, eine kleine verzierte Speerspitze und zwei Hohlcelte, alles aus Bronze; ferner einen Halsschmuck aus Schmelzperlen und zylindrischen Bronzespiralen und, anscheinend als kostbare Seltenheit mitgegeben, eine eiserne Nähnadel und einen eisernen Nadeldorn. Neben den Urnen standen zwei kleine tönerne, vielleicht zum Trinken bestimmte Beigefäße und, mit dem Griff im Boden steckend, ein 51 Zentimeter langes Bronzeschwert. Ein in der Ecke stehendes großes, schwarzes, humpenartiges Tongefäß, welches unter der Last einer darauf gelegten Reibeplatte zusammengebrochen war, hat höchstwahrscheinlich eine Flüssigkeit, Wein, Met oder Bier, enthalten. Vor dem Eingange wurden zwei granitene Mahltröge und ein dazu gehöriger Reibstein gefunden.

Diese reiche Ausstattung des von hervorragenden Altertumskennern in die Zeit von 600 bis 1000 vor Chr. Geburt datierten, wahrscheinlich einen germanischen Fürsten mit seiner Gattin und deren Magd bergenden Grabes zeugt für eine hohe, schon durch regen Verkehr mit Südeuropa beeinflußte Kultur der damaligen Bewohner Norddeutschlands. Sie läßt uns zugleich einen Blick in das Glaubensleben unserer Vorfahren tun. In der Königsurne befanden sich die Reste eines Hermelin, welche Marderart in der Mark noch heute vorkommt. Ich glaube kaum, daß dieses Tierchen hier in Zusammenhang zu bringen ist mit der späteren Idee des Hermelinfelles als besonderen Königsschmucks. Wer die Sagen und Märchen der indogermanischen Völker eingehender durchmustert hat, wird wissen, daß die Marderarten zu den „Seelentieren" gehören, d. h. zu denjenigen Wesen, deren Gestalt die Seele annimmt, wenn sie den schlafenden oder gestorbenen Leib verläßt. Was die Volksgenossen damit bezweckten, als sie ihrem toten Führer das Seelentier mit in die Urne gaben, wissen wir allerdings nicht; daß aber der Glaube an ein Fortleben nach dem irdischen Tode bei ihnen lebendig war, ersehen wir aus der Mitgabe des ganzen Hausrates in die Grabkammer, vor allem an der Mitgabe von Speise und Trank. Denn zu den leeren Humpen und Bechern müssen wir uns Bier oder Met, zu den Mahltrögen und Reibsteinen Haufen Korns hinzudenken, und ob nicht etwa einige der Bestatteten unfreiwillig haben in die Gruft gehen müssen, um dem Herrscherpaar im Jenseits zu dienen?

Wer war es, den man hier mit allen Ehrungen, welche jene einfache, aber stolze Zeit zu vergeben hatte, beisetzte? Kein Lied, kein Heldenbuch meldet des Herrschers Namen. Aber wenn wir unserer Phantasie die Zügel schießen lassen wollten, könnten wir leicht eine Brücke aus jener Zeit dämmernder Urgeschichte in das helle Licht der Gegenwart schlagen. Semnonen waren es, welche damals und bis zum Heranschwellen der slawischen Flut die Priegnitz und die benachbarten Teile der Mark bewohnten. Von dem großen Völkergewoge mitgerissen, verlassen auch sie die Heimat und tauchen als Sueben, die heutigen Schwaben, im Rhein-Donauwinkel wieder auf. Nach zwei Jahrtausenden entsendet der alte Schwabenstamm eins seiner hervorragendsten Geschlechter, die Zollern, in die Mark zurück, wo dieser Zweig so freudig emporblüht, als habe er hier erst seinen eigentlichen Mutterboden wiedergefunden. Wie nun, wenn ein Tropfen des Blutes, das dereinst die Adern des Schläfers im Königsgrabe zu Seddin schwellte, auch noch in den Adern des heutigen „Markgrafen von Brandenburg" rollte?

Abweichend von der Bestattungsart der Bronzezeit, welche sich meist des Feuers bediente, wurden die Leichen während der Steinzeit häufig in der sogenannten Hockerstellung begraben, deren Bedeutung O. Schoetensack zu erklären sucht. Bei dieser Begräbnisweise sind die Arme des Leichnams nach oben eng an die Brust gedrückt und die Beine stark an den Leib gezogen, so daß die Knochen des Ober- und Unterarmes, ebenso auch die des Ober- und Unterschenkels einander parallel liegen. Diese Haltung, welche nur durch rücksichtslose Verschnürung des zusammengezwängten toten Körpers zu erzielen ist, ist derartig, daß ein lebender so gefesselter Mensch wohl schwerlich im stande gewesen wäre, sich aus dieser qualvollen Lage selbst zu befreien. Dieser Brauch scheint in der Furcht vor dem Wiedererscheinen des Toten begründet zu sein und wird aus diesem Grunde noch jetzt bei primitiven Völkern, z. B. bei den Wilden Australiens, geübt. Dort sah bei einem Todesfalle im Dieyerie-Stamme ein Europäer, wie die älteren Leute mit einer starken Schnur die großen Zehen des Toten sehr fest zusammenbanden und ebenso die beiden Daumen desselben auf dem Rücken zusammenschnürten, so gewissenhaft, daß ein kräftiger lebender Mensch sich solcher Bande gewiß nicht hätte entledigen können. Gefragt, weshalb sie das täten, antworteten sie: To prevent him from walking (um ihn am „Umgehen" zu verhindern). In diesem Lichte gesehen erscheinen einige Bestattungsweisen, die gewöhnlich als Ehrung des Toten gelten, gleichzeitig auch als Sicherung der Lebenden vor dem Gestorbenen. Am vollkommensten werden jedenfalls die Toten durch Verbrennung unschädlich gemacht, welcher Brauch deshalb auch, abgesehen von Zweckmäßigkeitsgründen, so außerordentlich weite Ver-



breitung fand. Erst allmählich wird sich daran die edle und schöne Auffassung geknüpft haben, daß durch das Feuer eine reinigende Macht ausgeübt und die Seele aus den Banden des Leibes befreit werde.

Das Grab einer Schildjungfrau aus der Wikingerzeit wurde kürzlich in Norwegen auf dem Hofe Nordre Kjölen im Amte Hedemarken aufgedeckt. Das Skelett einer Frau im Alter von 20 bis 30 Jahren ruhte auf mit Birkenrinde bedeckten Planken, ihm zu Füßen ein Pferdeskelett mit Eisenteilen des Kopfgeschirrs. Als Grabbeigaben fanden sich ein Schwert, eine Axt, mehrere Pfeilspitzen, eine Speerspitze und ein Schild, auf dem die Leiche mit dem Kopfe geruht hat, wie der unter dem Schädel liegende Schildbuckel beweist, während die Holzteile aller Waffen natürlich längst vermodert waren. Alle Waffen waren aus Eisen und von der Form der jüngeren Wikingzeit, etwa aus der Zeit Ottos des Großen (um 950 nach Chr.). Nach den nordischen Sagas haben Frauen an den Kämpfen teilgenommen und wie die Männer Waffen getragen, und es wird diesen Schildjungfrauen nach ehrenvollem Schlachtentode auch eine den damaligen Bräuchen entsprechende Bestattung zu teil geworden sein.

Rassen, Völker und Nationen.

(Ethnographie und Anthropologie.)

Stamm- und Mischrassen. * Der germanische Rassetypus. * Die Keltenfrage. * Nation, Volk und Rasse im Zarenreich. * Die „gelbe Gefahr". * Völkerwachstum.

Stamm- und Mischrassen.

Das Wort „Rasse" spielt in der jüngsten Roman- und Zeitungsliteratur eine hervorragende Rolle: ein „Rassemensch", ein „Rassekopf", ein „rassiges Weib" oder sonst etwas Rassiges, das sind Lieblingsschlagwörter, mit denen der Autor seinen Helden in den Augen des Publikums zu heben sucht. Daß letzteres sich herzlich wenig dabei denken kann, bisweilen noch weniger als der Autor selbst, tut nichts zur Sache; „schneidig" klingt's auf jeden Fall.

Die Ethnographie hat es nicht so leicht, sich selbst und ihre Leser zufriedenzustellen. Ihre Schmerzenskinder sind die „Rassen", die Rassenscheidung ist der Punkt, wo die Wissenschaft sterblich ist. Kämpft schon die Vorgeschichte trotz ihres geringen, fast nur aus Schädeln bestehenden Materials mit großen Schwierigkeiten bei Aufstellung der vorgeschichtlichen Rassen, so weiß die Ethnographie, welche alle oder doch möglichst viele Körpermerkmale berücksichtigen will, mit der verwirrenden Fülle von Menschengruppen nicht fertig zu werden, ohne den Tatsachen mehr oder weniger Gewalt anzutun.

Afrikanisches Pygmäenmädchen.

Vor kurzem hat Dr. Stratz unter dem Titel „Die Rassenschönheit des Weibes" ein prachtvoll ausgestattetes Werk veröffentlicht, in welchem er ausschließlich die Frauen zur Grundlage der Rasseneinteilung nimmt; denn das Weib repräsentiere die Gattung in viel reinerer Form als der Mann, bei dem die jeweilige Individualität oft schon in äußerlichen Zeichen, wie Bart- und Haarwuchs, zur höchsten, den Gattungscharakter verdunkelnden Ausbildung komme. Er stellt in diesem Werke drei große, schon von Gustav Fritsch unterschiedene Menschengruppen auf. Die erste besteht aus den Urrassen oder protomorphen Rassen, deren Mitglieder sich durch kleine Gestalt (Pygmäen), großen Kopf, breites Gesicht, gedrungenen Körperbau und die Häufung sogenannter pithekoider, an die Affen erinnernder Merkmale auszeichnen. Zu ihnen gehören u. a. die Australier, Papuas (Neu-Guinea), Negritos (Philippinen), Drawidas (Vorderindien), Weddas (Ceylon), die Aino (Sachalin, Japan), die Hottentotten und Buschmänner Südafrikas, die Pygmäen Zentralafrikas, amerikanische Stämme. Daß aus ihnen möglicherweise die großen, herrschenden Rassen sich entwickelt haben, ist oben schon angedeutet. Diese Urbevölkerungen sind überall wenig zahlreich und ihr verwandtschaftliches Verhältnis zu einander wird sich niemals aufklären lassen. Es ist deshalb aussichtslos, sie als besondere Rassen darstellen zu wollen. Sie sind als kontinentale Urbevölkerungen unter ihren Stammesnamen weiter-

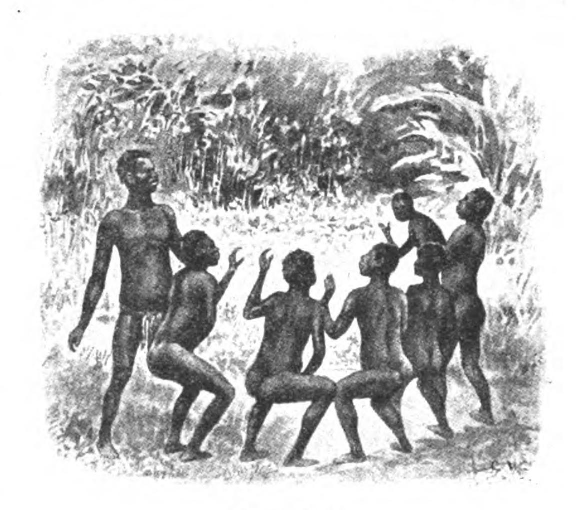
zuführen, Volkssplitter, die nach kurzer Zeit erloschen oder von den herrschenden Rassen absorbiert sein werden.

Das Beispiel einer solchen, auf friedlichem Wege in der herrschenden Bevölkerung aufgehenden Urrasse sind die Aino, die Urbevölkerung Japans, welche einst das ganze Inselreich bewohnten. Dafür spricht u. a. auch der Name, den die Chinesen den Japanern geben, nämlich Wa djin, d. h. „gebückter Mensch", was gar nicht auf die stolzen, kriegerischen Japaner, wohl aber auf ihre Vorgänger im Besitz der Inseln, die stets eigenartig gebückt gehenden Aino, paßt. Nach harten Kämpfen im VI. bis VII. Jahrhundert v. Chr. von eindringenden mongolischen Stämmen unterworfen, haben sie sich nur auf den Inseln Sachalin und Jesso rein erhalten, wo ihre Zahl sich noch auf etwa 30.000 belaufen soll. Sie bilden den kleinsten Menschenschlag Asiens, ihre Gestalt ist gedrungen, die Schultern sind breit, die Glieder stark, Hände und Füße groß. Eigentümlich ist die starke Behaarung, nicht nur des Gesichtes, das infolge des Bartes weit länglicher aussieht, als es ist, sondern auch des Körpers. Die vorstehende Stirn, das europäische, nicht mongolische Auge, die hellere, rötliche Hautfarbe gibt ihnen eine große Ähnlichkeit mit den russischen Bauern. Die Zeitschrift für Ethnographie stellt die Photographien eines Aino und des bekannten russischen Schriftstellers und Reformators Grafen Tolstoj einander gegenüber: die Ähnlichkeit der beiden Typen ist erstaunlich. Prof. Baelz, der lange an der Universität Tokio in Japan tätig war, stellt deshalb die Hypothese auf, Nordostasien sei voreinst von einer der kaukasischen Rasse verwandten Völkerschaft bewohnt worden, die von den Mongolen, als diese ihre Wanderung begannen, entzwei gesprengt wurde. Den einen Teil bildeten dann die Ainos, den anderen habe man unter den russischen Bauern zu suchen, in denen viel mongolisches Blut stecke. Letzteres mag richtig sein; gegen die arische Zugehörigkeit der Aino spricht dagegen das bei ihnen überaus häufige Vorkommen des zweigeteilten Jochbeins, welche anatomische Eigentümlichkeit bei ihnen in etwa 53%, bei allen anderen Rassen nur in verschwindender Zahl, 0·22%, vorkommt, ausgenommen bei den Japanern, wo diese Zweiteilung, offenbar infolge der jahrhundertelangen Mischung mit Ainos, in 16·5% auftritt. Die Ainos sind eine intelligente und kräftige Urrasse, mit keiner der anderen Rassen in verwandtschaftlicher Beziehung stehend. Wenn nach Verlauf von ein bis zwei Generationen kein Aino mehr zu finden ist, so wird das nicht eintreten, weil sie ausgestorben, sondern weil sie japanisiert sein werden.

Über den an Individuenzahl geringen Urrassen stehen die großen Haupt- oder Stammrassen, die archimorphen, wie Stratz sie nennt; sie bilden drei große Gruppen: die Mongolen, die Mittelländer oder Weißen, die Nigritier oder Neger. Dagegen scheiden die in der alten Blumenbachschen Einteilung enthaltenen Malaien und Amerikaner oder Indianer von den Hauptrassen aus. Man neigt mehr und mehr dazu, auch diese beiden ehemaligen Rassen den Mongolen zuzuzählen, und Dr. Baelz hat uns mit einem neuen Merkmal bekannt gemacht, welches diese Zugehörigkeit zu bestätigen scheint: dem Mongolenfleck.[1])

Jeder Chinese, jeder Koreaner, jeder Japaner, jeder Malaie wird geboren mit einem dunkelblauen, unregelmäßig gestalteten Fleck in der Kreuz-

[1]) Zeitschrift für Ethnologie, Bd. 33, S. 188 und 393.



Pygmäentanz.





Verfeinerte Negertypen in den Vereinigten Staaten Nordamerikas.



beingegend, am Ende der Wirbelsäule. Dieser Mongolenfleck ist bald gleichmäßig, bald unsymmetrisch auf beiden Seiten verteilt, bald nur markgroß, in anderen Fällen fast handgroß. Er tritt schon beim Ungeborenen im vierten Monat auf. Daneben kommen an vielen anderen Stellen des Rumpfes und der Glieder, nie aber im Gesicht, mehrere oder zahlreiche solche Flecke vor, ja sie können so reichlich und groß werden, daß sie fast die Hälfte der Körperoberfläche bedecken. Es sieht aus, als ob das Kind durch einen Stoß oder Fall Beulen bekommen hätte. Diese Flecke verschwinden in der Regel ganz von selber in den ersten Lebensjahren, sind aber selbst bei Siebenjährigen und später noch zu treffen. Wenn solche Flecke ausschließlich bei Mongolen vorkämen, so hätten wir in ihnen das wichtigste Unterscheidungsmerkmal zwischen diesen und den übrigen Rassen.



Tonkawahäuptling und Weib.

Unter japanisch-europäischen Kindern haben die welche dem europäischen Erzeuger nacharten, keine Spur dieser Flecke, die Kinder, welche Eigentümlichkeiten vom Vater und von der Mutter geerbt haben, eine Andeutung, und die, welche ganz dem japanischen Erzeuger gleichen, zeigen sie sehr deutlich. Bei den Kindern von Eskimos hat Nansen die Mongolenflecke ebenfalls beobachtet, sie gehören also zur mongolischen Rasse, wie ja auch ihre ganze Erscheinung der der Japaner zum Verwechseln ähnlich ist. Es war wahrhaft komisch zu sehen, erzählt Baelz, wie eine Gruppe Japaner und eine Gruppe Eskimo auf der Ausstellung zu Chicago sich gegenseitig anstaunten. Zwei indianische Kinder in Britisch-Columbia, welche Baelz Gelegenheit hatte zu untersuchen, zeigten die blauen Flecke ebenfalls, allerdings weniger deutlich als die Mongolenkinder.

Wie ist nun aus diesen einfachen Grundlagen das bunte Gewimmel der heutigen Menschheit hervorgegangen? Fritsch[1]) vertritt die Ansicht, daß es sich überall um mehr oder weniger übersichtliche Vermischungen handelt. Wie an den Berührungsstellen der Urgesteine durch physikalische Einflüsse sehr abweichend aussehende Gesteinsformen entstehen, die man metamorphische Gesteine nennt, so bilden sich an den Berührungsstellen der Stammrassen metamorphische Völker oder Mischrassen, deren Habitus durch Klima und Lebensweise stark beeinflußt scheint. Stellenweise macht sich auch die Beimischung von Resten der Urbevölkerungen bemerkbar.

„So haben wir im Nordwesten der indogermanischen Stammsitze (die für Fritsch merkwürdigerweise immer noch im südwestlichen Asien liegen) durch Berührung mit der mongolischen Rasse die turanischen Völker und den finnisch-tatarischen Ast unserer Rasse; in den südlichen Küstenländern des Mittelmeeres weiter landeinwärts durch Vermischung mit den nigritischen Elementen die äthiopischen Rassen (zu denen die früher als Hamiten bezeichneten Afrikaner zu rechnen sind).

„Weit im Osten, jenseits der hohen Bergketten, stießen die Indogermanen wieder mit den Mongolen zusammen und erzeugten an den Berührungsstellen den indo-chinesischen Ast, sich von Hinterindien bis Kochinchina ausdehnend. Hier schließt sich eine Bevölkerungsgruppe an, welche den Typus einer metamorphischen Rasse in ganz hervorragendem Maße erkennen läßt, nämlich die Küstenmalaien. Der weitgehenden Kreuzung mit verschiedenen Elementen verdanken sie offenbar ihre verhältnismäßig günstige Körperentwicklung, die sie weit über die Urbevölkerungen des Archipels, zu denen auch die noch wenig bekannten Binnenmalaien gehören, erhebt." Die Entstehung dieser südostasiatischen Mischrassen wäre aber doch wohl eher auf das Zusammentreffen der Mongolen, mit denen sie offenbar sehr nahe verwandt sind, mit den südostasiatischen Urrassen als mit den Indogermanen zurückzuführen.

Ein Hauptgebiet metamorphischer oder gemischter Rassen ist der hinterindische Archipel und die australische Inselwelt. Auch die heutigen Indianer sind ein Mischvolk. Sehr wahrscheinlich war nach Fritsch eine ausgebreitete amerikanische Urrasse vorhanden, deren bestveranlagte Stämme, die Peruaner, Yukateken, Mexikaner, durch fremde, friedliche Einwanderung von Asien her einer frühen und bedeutenden Kultur zugeführt wurden, später aber der gewaltsam vordringenden spanischen Eroberung zum Opfer fielen. Aber auch von Nordwesten her, über die Beringstraße, drangen fremde Elemente in dem Erdteil nach Süden vor, wodurch nun der Gesamteindruck der indianischen Bevölkerung Amerikas ein so verschwommener geworden ist, daß man heutzutage bestimmte Ansichten über ihr Verhältnis zu anderen Rassen kaum auszusprechen wagt.

Der germanische Rassetypus.

Aus großer, recht großer Entfernung betrachtet, erscheinen nicht nur die drei Stammrassen durch

[1]) Das Problem der Rassenteilung u. s. w. Globus, Bd. 81, Nr. 2.



bestimmte Merkmale scharf voneinander getrennt, sondern eine jede von ihnen stellt sich auch als etwas Einheitliches, in sich Geschlossenes und Gleichartiges dar. Bei näherer Prüfung aber zeigt es sich, daß auch hier der schöne Schein trügt. Es wird nicht nur in manchen Fällen schwierig festzustellen, ob diese oder jene Völkerschaft zur mongolischen oder europäischen Verwandtschaft gehört, sondern jede Rasse selbst löst sich vor unseren Augen in eine bunte Mosaik von Gruppen auf, die körperlich wie geistig manchmal größere Verschiedenheiten untereinander zeigen als einzelne Angehörige verschiedener Hauptrassen. Die Rasse gabelt sich in Untergruppen oder Äste, diese wieder in Zweige mit zahlreichen Blättern und Blüten; die Mittelländer oder die weiße Rasse z. B. spaltet sich in einen östlichen (asiatischen) Ast, der die Hindus, Perser, Araber, und in einen westlichen (europäischen) Ast, der die nordische oder germanische, die romanische und die nordafrikanische Abteilung umfaßt.

Was sind nun die Kennzeichen derjenigen Abteilung, der wir selbst anzugehören uns schmeicheln? „Um einen Menschen" — sagte Dr. L. Wilser[1]) — „als Vertreter der reinen nordeuropäischen Rasse ansprechen zu können, verlangen wir folgende leibliche Merkmale: Langkopf (Breite wenig über $^7/_{10}$ der Länge), helles Haar, blaue Augen und eine Größe von mindestens 165 Zentimeter beim Manne. Die geistigen Eigenschaften sind selbstverständlich auch bei reiner Rasse nicht gleichmäßig verteilt, doch übertrifft die Durchschnittsbegabung der nordeuropäischen die aller übrigen Rassen.

„Was gibt uns aber, wird vielleicht mancher einwenden, die Berechtigung, eine Rasse mit diesen Merkmalen aufzustellen? Die Tatsache, daß in der Nordhälfte unseres Weltteils und den von hier aus besiedelten überseeischen Ländern Menschen mit solchen Eigenschaften sehr häufig, in einzelnen Gebieten fast ausschließlich angetroffen werden, und daß die hellfarbigste Spielart doch sicherlich ein Anrecht darauf hat, bei der Rasseneinteilung des Menschengeschlechtes berücksichtigt zu werden." Sehen wir zu, wo die Wissenschaft eine der obigen Schilderung entsprechende Bevölkerung feststellt!

In einem kostbaren, jüngst auch ins Deutsche übertragenen Werke untersucht G. Retzius[2]) die aus der Vorzeit Schwedens erhaltenen Schädel. Die Bevölkerung der skandinavischen Halbinsel ist seit ihrer ersten Besiedlung nach der Eiszeit immer dieselbe geblieben und hat sich bis auf den heutigen Tag fast rein von fremden Beimischungen erhalten. Sie nimmt daher unter den Mischlingsrassen, welche unseren Weltteil sonst fast durchweg bevölkern, eine eigenartige Stellung ein, was auch in den 117 beschriebenen und abgebildeten Schädeln aus der Stein-, Bronze- und Eisenzeit zum Ausdruck kommt. Zum größten Teil entsprechen diese Schädel der Forderung Wilsers. Vergleicht man ihre Länge mit der Breite und nimmt für erstere die Zahl 100 an, so beträgt die Breite durchschnittlich 75·2. Rechnet man die Schädel mit größerer Breite, etwa 9 Stück, ab, so wird diese Zahl, der Längenbreiten-Anzeiger oder Index, noch kleiner, und die Hauptmasse der vorgeschichtlichen Bewohner Schwedens ist zu den Langschädeligen oder Dolichocephalen zu rechnen. Für die bedeutende Gehirnentwicklung und die hervorragenden geistigen Fähigkeiten der schwedischen Rasse spricht die Größe des Schädelraumes, der schon in der Steinzeit über 1500 Kubikzentimeter beim Manne betrug und damit dem der heutigen Kulturvölker völlig gleichkommt. Der Verfasser gelangt zu dem Ergebnis, daß „die nämlichen Rassen Schweden in der ganzen uns bekannten Vorzeit bewohnt haben; dem kann man das Urteil beifügen, daß die heutige Bevölkerung in ihren Grundbestandteilen unmittelbar von dem Vorzeitvolke abstammt, wenn auch im Laufe der Zeiten das Eindringen fremden Blutes nicht ganz zu vermeiden war".

Über diese heutige Bevölkerung und damit über den germanischen Rassetypus gibt Retzius in einem Vortrage Rechenschaft, der sich auf die gründliche Untersuchung von 45.000 Wehrpflichtigen im Alter von 21 Jahren stützt. Obwohl der Mensch in diesem Alter noch nicht ausgewachsen ist, zeigten die Untersuchten eine durchschnittliche Länge von fast 171 Zentimeter; damit gehören die Schweden zu den höchst gewachsenen Völkern der Erde. Der höchste Wuchs findet sich in Gotland, der niedrigste (169) in Lappland, offenbar infolge der Nachbarschaft der Finnen und Lappen. Der Kopfbildung nach gehören 87% aller Untersuchten zu den Langköpfen, nur 13% zu den Rundköpfen. Die altgermanische Langköpfigkeit haben einzelne Binnenlandschaften am besten bewahrt. Mit dem Langkopf sind meistens auch lichte Haare und helle Augen verbunden. 75% der schwedischen Bevölkerung sind hellhaarig, 67% blauäugig, während schwarze Haare (nicht 1%) und rein braune Augen (4·5%) nur sehr selten vorkommen. Retzius weist zum Schlusse auf den großen Unterschied zwischen den Süddeutschen mit ihren 85—90% Rundköpfen und vorwiegend dunklen Farben und den „in anthropologischer Hinsicht merkwürdig einheitlichen Schweden" hin, in denen wir die rassereinsten Nachkommen der von Tacitus beschriebenen alten Germanen erkennen müssen. Nach Skandinavien verlegen deshalb manche Forscher auch den Ursitz der Germanen.[1])

Die Keltenfrage.

Einen großen, überaus wichtigen Zweig der indogermanischen Rasse bildeten die Kelten, über welche auf Grund einer Abhandlung des Franzosen Déchelette der Archäologe M. Hoernes berichtet.[2]) Die Franzosen haben besondere Veranlassung, sich der „Keltenfrage" anzunehmen; denn auf Frankreichs Boden waren die Kelten noch zu Cäsars Zeiten das vorherrschende Volkselement, und ihren Einfluß auf die späteren Geschicke ihres Landes bis in die Neuzeit hinein vermag ein geschichtskundiges Auge wohl zu er-

[1]) Rasse und Sprache. Naturwissensch. Wochenschrift, Bd. 17, Nr. 12.

[2]) Crania suecica antiqua. Verlag von G. Fischer, Jena.

[1]) Naturwiss. Wochenschrift, Bd. 17, Nr. 29.

[2]) Globus, Bd. 80, Nr. 21: Gegenwärtiger Stand der keltischen Archäologie.



kennen. Aus Süddeutschland, ihrem älteren Wohngebiet, lösten sie sich, vielleicht schon gedrängt durch die ihnen stammverwandten Germanen, etwa seit dem Jahre 800 v. Chr. los und wanderten in Frankreich ein; auf demselben Wege, durch das Rheintal und längs der Rhône, waren den Kelten weit früher, noch in der Steinzeit, als Vortrab die ebenfalls indogermanischen Ligurer vorangegangen. Die letzten acht Jahrhunderte v. Chr. gelten als die keltische Zeit Frankreichs, die hier in zwei Abschnitte zerfällt: die erstkeltische oder Hallstattperiode, die sich in dem Inhalt zahlloser Kriegergrabhügel in Burgund und der Franche-Comté kundgibt, und die eigentlich keltische oder La-Tène-Periode, wie sie nach zwei wichtigen Fundstätten genannt werden. Von Frankreich aus gelangten die Kelten nach Großbritannien und Irland einer-, nach Italien und Spanien andererseits. Oberitalien scheinen sie schon gegen das VIII. Jahrhundert v. Chr., also lange vor dem erneuerten berühmten Einfall unter Brennus, erreicht und besetzt zu haben, auf der Pyrenäenhalbinsel finden wir sie nach historischen Zeugnissen seit 500 bis 450 v. Chr.

In der La-Tène-Periode nahm die Industrie der kunstsinnigen Kelten und infolgedessen auch ihr Außenhandel einen merkwürdigen Aufschwung. Gegen das Ende dieses Zeitraumes erhoben sich in Frankreich und in den anderen keltischen Wohngebieten volkreiche Städte, Bollwerke und Handelszentra zugleich, kunstvoll befestigt, wenn auch gegen den Anprall der römischen Legionen ohnmächtig. Die Durchforschung dieser Handelsstätten, besonders der ehemals reichen und mächtigen Häduerstadt Bibracte, macht uns mit dem blühenden Leben und Treiben dieser vorrömischen Periode Galliens bekannt. „Wir kennen nicht nur Zug und Bauart der Umwallung, sondern auch den Grundriß der bewohnten Viertel, wie sie in der letzten Zeit der Unabhängigkeit, aber auch noch im ersten halben Jahrhundert nach der Eroberung bestanden, als das mächtige Festungsgemäuer noch aufrecht stand, aber von seinen Verteidigern entblößt war, während eine emsige Handwerkerbesatzung, meist Metalltechniker, auf dem Plateau des Berges in niedrigen, halb unterirdischen Hütten aus Trockenmauerwerk hauste. Überall hallt der Schlag der Hämmer und wirbelt der Rauch der Schmiede-, Gieß- und Schmelzwerkstätten. Schwerter schmiedet der gallische Wieland nicht mehr, aber allerlei Schmucksachen und anderes aus Bronze und Eisen, gießt Email auf Metall u. s. w. Saumtiere entführen seine gesuchten Arbeiten, und andere bringen dafür Weinkrüge aus Narbo und Italien, schöne, bald von den einheimischen Töpfern nachgebildete aretinische Gefäße, geschnittene Steine, mit welchen die Gallier ihren Schmuck zu veredeln liebten, und viele andere Waren italienischer Herkunft. Der Geldumsatz war bedeutend; denn auf dem Marktplatz von Bibracte sind einzeln mehr als 1100 Stück (1030 gallische, 114 römische) Münzen aufgelesen worden. Ganz oben auf dem Gipfel des Berges standen schon einige größere und anspruchsvollere Gebäude mit Hypokausten (Schwitzbädern) und plumpen Mosaiken. Aber schon ein halbes Jahrhundert nach der letzten Regung gallischen Freiheitsdranges, um das Jahr 5 v. Chr., wurde Bibracte völlig verlassen, und in seiner Nachbarschaft erblühte Augustodunum, eine rein römische Provinzialstadt."

Den Charakter und die Bedeutung des Keltentums in der Gegenwart sucht H. Driesmans in seinem hochinteressanten Buche „Das Keltentum in der europäischen Blutmischung" darzustellen, wobei es freilich ohne einige Übertreibungen nicht abgeht. Die hervorstechenden Eigenschaften der keltischen Rasse findet er im Anschluß an den Geschichtschreiber Thierry in der persönlichen Tapferkeit, in der sie es allen Völkern zuvortun, in ihrem freien, stürmischen, jedem Eindruck zugänglichen Sinne, großer Intelligenz, mit welchen guten Charakterzügen sich äußerste Beweglichkeit, Mangel an Ausdauer, Widerstreben gegen Zucht und Ordnung, Prahlsucht und ewige Zwietracht paaren, letztere die Folge grenzenloser Eitelkeit. Die Subjektivität des Indogermanen erreicht im Kelten ihren höchsten Grad, zum Unheil der vorwiegend mit keltischem Blut gesättigten Nationen. Unter dem Zwang der modernen staatlichen Verhältnisse wird dieser Subjektivismus, dieses keine Schranken duldende Ichbewußtsein, zum unruhigen, umstürzlerischen Wesen, zum liberalen, demokratischen, sozialistischen und anarchistischen Element, welches sich in dauernder Opposition gegen den Staatszwang, die jeweilige Regierungsgewalt, in unversöhnlichem Haß gegen die Herrschenden und Besitzenden überhaupt befindet. Driesmans hält die politischen Agitatoren, Advokaten und Journalisten — das bewegliche fahrende Volk im modernen öffentlichen Leben — für keltischen Geblüts. Advokaten und Journalisten haben die erste französische Revolution gemacht; bei dieser Gelegenheit, welche die Kelten zum erstenmal dazu führte, gestaltend in einen modernen Staatsorganismus einzugreifen, haben sie zwar ihr blitzschnelles Orientierungs- und Anpassungsvermögen glänzend dargetan, nicht minder aber auch sich absolut unfähig gezeigt, einem Staatsorganismus dauernde, fruchtbringende Grundlagen zu geben.

Überall erscheinen die Kelten als rege Kulturvermittler, unendlich geschäftig und anpassungsfähig, daher nirgends recht ansässig, nirgends mit dem Grund und Boden unlöslich verwachsen; sie sind von feinen, künstlerischen Trieben beseelt, aber unfähig zur Schaffung dauerhafter politischer Verbände. Ihr Selbstgefühl hat jedoch unter allen Fehlschlägen nicht gelitten. Als im Jahre 1901 in Dublin ein pankeltischer Kongreß tagen sollte, hieß es in dem Aufrufe, der dazu einlud: die Veranstalter hofften, in ihm die Würde und die in alte Zeiten zurückreichende Kultur einer Rasse zu verkörpern, die bemerkenswert ist wegen ihrer hervorragenden geistigen Gaben, wegen ihres traurigen Geschickes und wegen des beständigen Träumens von besseren Dingen, die da kommen sollen. Letzteres ist nun freilich eine mindestens allen indogermanischen Stämmen zukommende Untugend, die wir Deutschen in ebenso hohem Maße wie unsere älteren keltischen Brüder gepflegt haben. Diese Bean-



lagung hängt anscheinend unlöslich mit der hohen religiösen Begabung dieser Rasse eng zusammen, während sie den religionslosen Mongolen völlig zu fehlen scheint.

Nation, Volk und Rasse im Zarenreich.

Nicht nur in der schönen Literatur, auch in der hohen Politik findet der Rassegedanke bisweilen beredte Vertreter. Wenn gegenwärtig von schlauen Staatsmännern die Rasseinstinkte wachgerufen werden, der Stolz auf die Zugehörigkeit zu der „edlen Rasse“ der Slawen oder Germanen geweckt wird; wenn die Hoffnung auf eine endgiltige, zu Macht, Glück und Herrschaft führende Zusammenfassung der ganzen Rasse zu einem großen Brudervolke mit Posaunenklängen verkündigt wird: was ist es weiter als eine Spekulation auf die Unwissenheit und Dummheit der Massen behufs politischen Gängelns der Völker. Der Panslawismus, der Pangermanismus, der Verband der lateinischen oder der keltischen Rassen oder wie sonst die Schlagworte lauten, sie erstreben alle etwas Unmögliches und übersehen, daß die alten Rassen seit Jahrtausenden durch etwas ganz anderes, Festeres ersetzt sind, durch die Nationen, welche das Zusammenschließen der (nur angeblich noch vorhandenen) Rassenglieder zu einem großen Rassenvolke ewig verhindern werden.

Wie das kam? Es gab eben eine Zeit, wo man die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Rasse nicht mehr empfand, wo der Begriff „Rasse“ für die gemeinsamen Besitzer bestimmter, erblicher, geistiger wie körperlicher Charakterzüge nicht mehr vorhanden war. Wahrscheinlich war das Fortwandern aus dem Rassezentrum, der „Urheimat“, und die darauf folgende Vermischung mit Angehörigen anderer Rassen schuld daran. Man begann, sich auf Grund kulturhistorischen Gemeinbesitzes, vornehmlich einer gemeinsamen Sprache, welche stets ein wenngleich oft nur lose einigendes Band bildet, als Nation zu fühlen. Aus den Nationen schmiedete und schmiedet noch die Notwendigkeit der Selbsterhaltung die modernen Staaten, politische Gebilde, die sich in den allermeisten Fällen aus Bruchstücken mehrerer Nationen zusammensetzen. Die Schweiz, Belgien, Österreich, Rußland sind Beispiele. Möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß einst eine keltische, eine slawische, eine germanische „reine Rasse“ (der Begriff „Rasse“ enger gefaßt als im ersten Abschnitt dieses Kapitels) existierte; heute gibt es dergleichen nicht mehr, und es lohnte nicht, darüber zu reden, wenn nicht von manchen Seiten neuerdings dem Rassenstolz gewaltig die Sporen eingesetzt würden.

Und doch zerstört jede anthropologische Untersuchung der Angehörigen eines Volkes den Traum vom Vorhandensein einer reinen Rasse aufs gründlichste. Nicht einmal in den vermutlichen Rassezentren gibt es, wie das Beispiel Schwedens zeigt, mehr dergleichen. Das hat auch die vor einiger Zeit zu Ende geführte *anthropologische Untersuchung Rußlands*, eines Hauptrufers auf dem Gebiete der Rassenverführung, wieder schlagend dargethan,[1]) wie kürzlich *Niceforo* für Italien dasselbe gezeigt hat (Italiani del Nord ed Italiani del Sud. Torino, Fratelli Bocca).

Im grauen Altertum herrschte auf dem Territorium Rußlands die langgestreckte (dolichocephale) *Schädelform* vor. Wir treffen sie schon in der Steinzeit an, wenngleich damals, besonders in der neolithischen (jüngeren) Steinzeit und teilweise auch der Bronzezeit, auch breitere Schädel vorkommen. In den Grabhügeln der Kurganperiode, besonders in den zentralrussischen Hügeln aus dem IX. bis XI. Jahrhundert, wurden Tausende von Schädeln gefunden, von denen die meisten, ähnlich wie die aus altdeutschen Gräbern, dolichocephal waren. Im Laufe der Jahrhunderte nahm jedoch die Kurzschädligkeit (Brachycephalie) immer mehr zu, anscheinend infolge Vermischung mit den Finnen und Turkvölkern, unter denen die brachycephale Schädelform vorherrscht; obwohl auch die Finnen des Wolgagebietes im VI. bis VIII. Jahrhundert langschädlig gewesen zu sein scheinen. Oder war der dolichocephale Typus der Kurganschädel überhaupt nicht slawischer Rasse? Hier beginnt schon die Unsicherheit.

Ebensowenig wie die Schädelform läßt sich die *Körpergröße* der russischen Bevölkerung unter einheitlichem Gesichtspunkt erklären. Während der durchschnittliche Wuchs in der Mehrzahl der Gouvernements 164 Zentimeter beträgt, steigt er in den Ostseeprovinzen (ehemals germanisch) und der Mehrzahl der südlichen auf 165 bis 167, während die Weichselprovinzen, die angrenzenden Gouvernements Minsk, Smolensk und Tula und das nördliche Rußland den niedrigsten Wuchs zeigen. In den Gouvernements Kasan, Wjatka, Ufa und Ssamara, wo neben den Russen finnische und türkische Stämme leben, ist die Kleinwüchsigkeit der Rekruten hiedurch erklärlich. Innerhalb der einzelnen Stämme treten sehr verschiedene Größen auf. Unter den finnischen Volksstämmen treffen wir neben den Kleinwüchsigen, den Lappen mit nahezu Pygmäenmaß und den Permjaken, auch Mittelgroße, die Mordwinen, und selbst Großwüchsige, die im Aussterben begriffenen Liven mit preußischem Gardemaß, die Esthen mit 166 bis zu 170 Zentimeter. Auch die Letten und Litauer fallen durch hohen Wuchs auf.

Auch die Slawen Rußlands zeigen ziemlich beträchtliche Unterschiede in der Durchschnittsgröße. Die größten Gegensätze bilden die Kleinrussen und die Polen, erstere durch Großwuchs (166·4 Zentimeter), letztere durch Kleinheit ausgezeichnet. Dieselben Gegensätze zeigen sich unter den Turkvölkern; die Tataren der mittleren Wolga, die Baschkiren und Tschuwaschen sind kleinwüchsig, die Astrachantataren relativ groß (168 Zentimeter im Alter von 25 Jahren). Deutlich spricht sich der Einfluß der Rasse in dem niedrigen Wuchs der Juden, besonders in den Weichselprovinzen und im Nordwesten, aus (161 bis 162 Zentimeter); wo das Judentum weniger zusammengedrängt lebt und sich günstigerer Lebensbedingungen, eines

[1]) Globus, Bd. 80, Nr. 16 und 17: Die Ergebnisse der anthropologischen Erforschung Rußlands, nach Prof. Dr. *Anutschin*.



größeren Wohlstandes erfreut, z. B. in den Ostseeprovinzen, in Kleinrußland, da zeigt sich der Durchschnittswuchs der jüdischen Militärdienstpflichtigen um 2 Zentimeter höher.

Hinsichtlich der Form der Haare finden wir in Rußland sowohl Vertreter des schlichthaarigen als des lockenhaarigen Typus. Die Schlichthaarigen (Samojeden, Burjäten, Jakuten u. a.) zeichnen sich stets durch schwarze oder kastanienbraune Haarfarbe aus, unter den Lockenhaarigen finden wir alle Abstufungen von schwarz und kastanienbraun bis zu blond und hellblond (strohfarbig). Die Dunkelhaarigkeit und Dunkeläugigkeit nehmen gegen Süden und Westen zu, die Hellhaarigkeit aber gegen Norden; sie erreicht in der Nähe der Ostsee das Maximum. Die dunkelsten Augen finden sich bei den Uralkosaken, den sibirischen und kaukasischen Volksstämmen. Zieht man Haar- und Augenfarbe gleichzeitig in Betracht und bildet drei Gruppen, eine helle, eine gemischte und eine dunkle, so herrscht der gemischte Typus (über 50%) fast in ganz Rußland vor. Nur bei den Kleinrussen trifft man den dunklen Typus häufiger als den hellen, während bei den Großrussen, noch mehr aber unter den Weißrussen und den Weichselpolen der hellere weiter verbreitet ist als der dunklere. Bekanntlich wurde früher den slawischen und finnischen Völkern sogar ein Vorherrschen der hellblonden Haarfarbe zugeschrieben; die antiken Schriftsteller schon betonen die hellere Haarfarbe der Slawen und Germanen gegenüber den Galliern, Römern, Griechen, wobei den Slawen eher eine dunkelblonde Nuance zugeschrieben wurde.

Daß der ursprünglich gewiß reinere, schärfer nach der blonden Seite ausgeprägte slawische Typus durch das Eindringen großer Mengen mongolischen Blutes erheblich modifiziert ist, läßt sich nicht bezweifeln. Gleichzeitig will es aber fast so scheinen, als ob noch eine besondere Ursache tätig sei, um die Bevölkerung Gesamteuropas von dem blonden nördlichen Typus allmählich zu entfernen. Sollte das etwa der Umstand sein, daß wir seit Jahrtausenden, seit der großen Eiszeit, uns wieder dem Äquator nähern, wie das die Pendulationshypothese von Reibisch und Simroth will, und deshalb allmählich die durch die wachsende Wärme und das grellere Licht bedingte dunklere Schutzfarbe anlegen?

Die „gelbe Gefahr".

Der Einfluß des Mongolentums auf die Geschicke der europäisch-amerikanischen Zivilisation ist uns in den vergangenen Jahren mehrfach eindringlich zum Bewußtsein gebracht worden. Wie ein greller Blitz durchleuchteten die chinesischen Wirren das behagliche Dunkel, unter dessen Schutz die europäischen Mächte sich in Ostasien häuslich einzurichten gedachten, und die führende Macht der gelben Rasse, Japan, hat sich sogar dem selbstbewußten Reiche der splendid isolation bündnisfähig zu machen gewußt. „Ob wir jetzt denn hoffen dürfen" — fragt Pater Georg Mar. Stenz im „Globus"[1]) — „daß das Reich der Mitte auch von den Gelehrten durchforscht wird, nachdem Kaufleute und Staatsmänner — er hätte hinzuzufügen sollen: und Missionäre — dasselbe so eifrig durchsuchen und ausbeuten; daß endlich das chinesische Volk studiert wird in seinem Charakter, seinen Sitten und Gebräuchen, und dem chinesischen Volkstum jener Platz in der Völkerkunde angewiesen wird, der ihm gebührt?"

In einem Aufsatze: „Zur Psychologie der Japaner" versucht Dr. H. ten Kate[1]) uns in die Volksseele dieser eigentümlichen, so überraschend schnell in den Kreis der zivilisierten Völker getretenen Nation einzuführen. Während mehr als 300 Jahre hat Japan den Europäern ein anscheinend unveränderliches Bild geboten, bis vor nahezu vier Jahrzehnten die westliche Kultur gebieterisch ihre Rechte forderte und — fand. Ist nun der bisher so konservative Mongolencharakter dieses Volkes plötzlich umgeschlagen? ten Kate beantwortet die Frage mit Nein.

Ein hervorstechender Charakterzug der Japaner ist ihr Mangel an Individualität. Er zeigt sich schon körperlich. „Es sind überall dieselben häßlichen, grimassierenden Gesichter und kurz abgeschnittenen Haare bei den Männern; dieselben hübschen Züge und koketten Haartrachten bei den Frauen; dieselbe Kleidung und Fußbedeckung, derselbe Gang, dieselben Manieren und Redensarten bei beiden. Unter hundert Chinesen, Javanern, Arabern oder Europäern, aus einer und derselben Volksklasse, sind ohne Zweifel, psychisch und im äußeren Habitus, größere individuelle Unterschiede als bei den Japanern vorhanden. Mit den Wohnungen, dem Hausrat und sonstigen Dingen ist es ebenso bestellt."

Percival Lowell hat in seinem Werk über Japan den etwas sonderbar klingenden Satz ausgesprochen: „Ein Japaner denkt nicht." Darin liegt viel Wahres. Man findet dort bei den Leuten aus den niederen Volksklassen jenen Zustand häufig, den man bei Geisteskranken stuporös (begriffsstutzig, stumpfsinnig) nennt. Er besteht in einer gewissen Herabsetzung der Aufmerksamkeit, verbunden mit Denkhemmung. Die Urteilsschwäche dieser Leute ist oft so groß, daß bei der Ausführung einfacher Handlungen Berechnung und Überlegung nahezu fehlen. Auch unter den höheren Ständen, namentlich den Männern, gibt es nicht wenige, deren mangelhafte Ideenverknüpfung und Denkschwäche nur zu deutlich sichtbar sind.

Infolgedessen sind die Grundideen der so plötzlich aufgenommenen westlichen Kultur von den Japanern sehr wenig verstanden. Trotz des trügerischen Scheines hat eine gründliche Assimilation (geistige Verdauung) bis jetzt nicht stattgefunden. „Die Hauptmasse des japanischen Volkes ist fast in keiner Hinsicht von der europäischen Kultur beeinflußt." Die amtlichen Kreise und die leitenden Klassen haben die abendländische Kultur angenommen und nachgeahmt, nicht nur ohne Kritik und ohne Verständnis, sondern auch ohne Sympathie; bloß aus Zwang. Wir haben in der modernen Zivilisation des Japaners

[1]) Zur Pekinger Volkskunde. Globus, Bd. 80, Nr. 17.

[1]) Globus, Bd. 82, Nr. 4.



ein schönes Beispiel von dem, was Leibniz Psittacismus (Papageientum) genannt hat."

Man hat von dem südlichen Rasseverwandten des Japaners, dem Javanen, behauptet, er sei „eine gute Reproduktionsmaschine, ein treuer photographischer Apparat, oft mit Kunstsinn begabt, aber ohne Initiative, ohne schöpferische Gedanken". Dasselbe will ten Kate vom Japaner gelten lassen, jedoch ohne das „gut" und „treu"; denn dazu gehöre vollkommenes Begreifen und auch Sympathie für das Auszuführende. Der tiefere Blick in die Ursachen und den Zusammenhang der Erscheinungen fehlt dem Japaner vollständig. Der Idealismus sowie die Betrachtungsweise der Philosophie liegen ihm fern. Deshalb sind die Bemühungen der christlichen Missionäre hier ebenso zwecklos wie in China, und wir täten besser, die Unsummen, die für Ausbreitung des Christentums in Ostasien aufgewandt werden, zum Besten unserer Armen und Elenden zu verwenden. Damit wäre zugleich der Hauptzündstoff zu ferneren Konflikten mit China und Japan aus dem Wege geräumt.

„Wie sein Geistesleben," schreibt der Missionär Munzinger, „so leidet auch sein Gefühlsleben an einem Mangel an Tiefe." Mit Leichtigkeit setzt der Japaner sich über materielle Verluste, über den Tod von Angehörigen hinweg: Herzlosigkeit und kalte Grausamkeit schreibt ten Kate besonders den Männern zu. Dazu gesellt sich eine Meisterschaft in der Verstellungskunst, ein Mangel an Offenherzigkeit und Wahrheitsliebe, während andere Beobachter wieder finden, daß die Japaner an Wahrheitsliebe den Europäern nicht nachstehen und harmlos zutraulich seien. „Der Orientale" — behauptet ten Kate dagegen — „ist nimmer zutraulich, gerade das Gegenteil. Es ist das ein Zug, der innig zusammenhängt mit seiner Unaufrichtigkeit und Verschlossenheit."

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß ten Kates Urteil ein einseitiges und schiefes ist. Was er uns schildert, ist der Japaner im Umgang mit dem Europäer, dem fremden Eindringling, dem man es zwar gleichtun möchte, vor dem man jedoch stets auf der Hut sein muß. Vergessen wir doch nicht, in welchem Lichte wir den Ostasiaten erscheinen müssen. Seit zwei Menschenaltern drängen wir uns ihnen in unerhörter Weise auf. Überredung, List, Gewalt, Opium, Religion, Säbel und Kanonen, jedes Mittel ist dem Europäer recht gewesen, wenn er nur seine Waren an den Mann bringen und Profit machen konnte. Mit welchen Augen würden wir eine Nation betrachten, die es bei uns nach berühmtem Muster mit „Pachtungen" versuchen wollte?

Richtig ist, was ten Kate des weiteren über den Nationalstolz der Japaner sagt. Aber waren beziehungsweise sind nicht auch manche Völker Europas „von der riesigen Wahnidee erfüllt, daß sie die intelligenteste, tapferste und mächtigste Nation der Erde sind?" Übrigens schließt Prof. ten Kate sein Urteil über den japanischen Volkscharakter, von dem er die Elite der Nation, die Aristokratie des Geistes ausnimmt, mit den Worten: „An heiterer Lebensauffassung haben die Japaner nichts von uns zu lernen. Sie sind, im ganzen genommen, ein sehr glückliches Volk. Von mancher unglückseligen Wahnidee, unter deren Zwang wir in unserer Zivilisation handeln und leiden, sind die Japaner noch frei. Die Tretmühlenexistenz, die tägliche Abhetzerei und Quälerei, der wir uns fügen nur unnützer Dinge oder des Geldes wegen, ist der Hauptmasse des Volkes zu ihrem Glücke noch unbekannt." Der Europäer wird sie leider schon damit bekannt machen.

Während Japan sich durch Annahme der Äußerlichkeiten der europäischen Kultur in stand gesetzt hat, die aufdringliche Zärtlichkeit der westlichen Nationen zurückzuweisen, muß das unvergleichlich größere und volkreichere China „es eben leiden", da die eminent friedliche Tendenz des Riesenreiches es zur Ausbildung eines erfolgreichen Verteidigungssystems noch nicht hat kommen lassen. Nicht darin beruht die „gelbe Gefahr", daß die Mongolen eines Tages einen neuen Ansturm auf Europas Grenzen versuchen möchten; sie denken nicht daran. Was das eigentlich Bedrohliche in unserem Verhältnis zu China ist und von den maßgebenden Kreisen Europas anscheinend noch gar nicht geahnt wird, versucht H. v. Samson-Himmelstjerna in einem „Die gelbe Gefahr als Moralproblem" betitelten Buche auseinanderzusetzen.[1]) Es ist schwierig, von dem Inhalte dieses auf umfangreichem und gründlichem Quellenstudium beruhenden Werkes eine richtige Vorstellung zu geben. Vornehmlich will der Verfasser von dem Wesen des Chinesen und dem Volkstum, der Kultur und den Staatseinrichtungen des Riesenreiches ein unverzerrtes Bild geben und schildert deshalb in dem größten Teile des Buches die Familienverhältnisse, die „heiligen Bücher" des Confucius, die Tao- und Fo-Lehre, die Schule und das Literatentum, Chinas Entwicklungsfähigkeit, sein Justizwesen, das Finanz- und Kreditwesen, die Verwaltung und Politik, die Geselligkeit des Mongolen und die Konstanz seiner Kultur.

Was in diesen Abschnitten vielleicht das größte Erstaunen des europäischen Lesers erregt, sind folgende zwei Tatsachen. Der angebliche Despotismus, unter dem die Chinesen leiden sollen und der durch vielleicht 20.000 Beamte und fünfmal soviel Soldaten gestützt wird, d. h. durch einen Beamten und fünf Soldaten auf durchschnittlich 25.000 Menschen, schließt nicht aus das Volksrecht auf Empörung gegen unbrauchbare Herrscher und Mandarine, das „Recht zum Aufstande" oder „Recht auf Entthronung". Aber — das ist der Unterschied zwischen europäischer und chinesischer Empörung — die europäischen Revolutionen sind immer radikal umstürzende gewesen, mit dem Zweck, Neues anzustreben; China hat nur konservativ-reaktionäre, auf die Wiederherstellung des Erprobten, Alten ausgehende Umwälzungen gekannt. Eine staatliche und polizeiliche Bevormundung, wie sie bei uns vielfach bis zur Belästigung des unbescholtenen Bürgers geübt wird, kennt man in China gar nicht; der ganze Justizapparat ist ein äußerst geringfügiger, die Kriminalität beträchtlich geringer als bei uns.

[1]) Berlin, Deutscher Kolonialverlag, 1902.



Noch merkwürdiger erscheint es uns, wenn v. Samson behauptet, China sei von jeher bis jetzt religionslos und priesterlos gewesen. Er bezeichnet die Chinesen im Gegensatz zu uns stets auf eine Fortsetzung des irdischen Daseins bauenden „Jenseitern" als die konsequenten Diesseiter, für welche ein religiöses Bekenntnis nicht nur als überflüssig, sondern sogar als staatsgefährlich gilt. Freilich ähneln die chinesischen durchaus weltlichen Kulthandlungen oder Ritualien, z. B. bei der sogenannten „Ahnenverehrung", über welche der Verfasser eingehende Auskunft gibt, in ihrer Form wahrhaften religiösen Kulthandlungen. Aber selbst der berühmte Lazaristenmissionär Huc, durch 15jährigen Aufenthalt in verschiedenen Teilen Chinas eine Autorität in chinesischen Dingen, gibt zu, daß die den chinesischen Klassizismus vertretende Regierung religiös vollkommen indifferent sei; daß das Volk durch seine Kaiser wiederholt in Proklamationen gewarnt sei vor religiösen Einflüsterungen irgend welcher Art, „weil die Religionen, mit Einschluß der christlichen, alle geprüft und alle als volksverderblich erkannt worden seien". Daß bei dieser vollkommenen Gleichgiltigkeit des chinesischen Volkes gegen religiöse Ideen die Arbeit der Missionäre nur verschwindend geringe Erfolge haben kann, ist selbstverständlich. Was aber von den zum Christentum bekehrten Individuen zu halten ist, ergibt die Tatsache, daß der Europäer selbst sich christliche chinesische Diener möglichst vom Leibe hält.

Die „gelbe Gefahr" faßt v. Samson zuerst nach der wirtschaftlichen Seite ins Auge. Wir Abendländer sind in verhängnisvoller Verblendung gleichzeitig darauf ausgegangen: einmal die Chinesen im Gebrauche der Waffen, mit denen sie uns dereinst bedrängen sollen, selbst zu unterweisen; sodann zugleich den Ausbruch des Konkurrenzkampfes dermaßen zu beschleunigen, daß es uns inzwischen noch nicht möglich gewesen ist, die einzig wirksamen Abwehrmittel uns anzueignen. Die ersten christlichen Missionäre haben China Kanonen gießen gelehrt — bis dahin benützten die Chinesen ihr Pulver zu Feuerwerkskörpern — französische Ingenieure unterwiesen sie im Schiffsbau und den Wissenschaften der Schiffahrt: am West- und Ostgestade des Stillen Ozeans sind die europäischen Matrosen eine Mythe geworden, schrieb Freiherr v. Hübner schon vor 25 Jahren. Gegenwärtig wird China im Eisenbahnbau, im Krieg- und Hüttenwesen, in verschiedenen Industriezweigen von uns aufs eifrigste unterwiesen und zu einem fürchterlichen Rivalen erzogen und ausgebildet. So wird die Industrie Europas in kurzem von demselben Schicksal ereilt werden, welches über die Landwirtschaft schon hereingebrochen ist. „Schon hat eine tödliche Konkurrenz begonnen seitens Indiens und Japans, wo der Tagelohn 32 beziehungsweise 24 Pfennige beträgt; wird derselbe auch mit der Zeit erhöht, selbst vervierfacht, so bleibt doch das Todesurteil der europäischen und amerikanischen Industriearbeiter unwiderruflich besiegelt."

Zu dieser wirtschaftlichen Gefahr gesellt sich die des Rassenhasses, den Europa durch sein Betragen gegen China großgezogen hat. Er äußert sich von unserer Seite durch eine Anzahl planmäßiger, allgemein geglaubter Verleumdungen, von denen der Verfasser z. B. die des systematischen Kinder-, besonders Mädchenmordes ausführlich erörtert und widerlegt. Dagegen gibt er zu, daß das moderne China etwa seit dem Jahre 1830 durch die Mißwirtschaft der ehemals so ausgezeichneten Mandschu-Regierung, besonders infolge des zur Aufbesserung der Finanzen eingeführten Ämterverkaufes, unverkennbar daniederliegt. Es ist also diese Zeit für die europäischen Bestrebungen, China in feste Hand zu bekommen, es womöglich durch Teilungen aufzulösen, sehr geeignet, geradezu aufreizend. Aber die wirtschaftliche Seite der gelben Gefahr bliebe auch dann bestehen, und ebenso die moralische.

Das Moralproblem sieht v. Samson in folgendem: China besitzt schon seit vier Jahrtausenden ein festgefügtes, niemals erschüttertes Moralsystem, welches seine sittigende Wirkung dahin ausübte, daß es dem Volke die Befähigung zu friedlichem Zusammenleben verlieh, ihm die Erkenntnis einpflanzte, daß seine Wohlfahrt in erster Reihe durch das eigene Verhalten gefördert oder beeinträchtigt werde, und den Glauben an die Einwirkung außerweltlicher Mächte allmählich verblassen ließ. Dagegen ist die Moral des Abendlandes auf die Annahme eines übersinnlichen Prinzips gegründet, und wo dieses Prinzip, wo der Glaube aufgegeben wird, fällt gewöhnlich auch die anderweitig nicht gestützte Moral. Das Streben, religionslos zu werden, welches sich bei uns in unabläßig wachsendem Maße selbst bei der großen Masse des Volkes kundgibt, ist leider nicht eine Folge bereits fest eingeprägter, unabhängiger Moralität und wird deshalb gefährlich für die politischen und gesellschaftlichen Verhältnisse. Der Atheismus droht in Europa Verwilderung nach sich zu ziehen; es sollte also — das ist der Schluß der beherzigenswerten Ausführungen v. Samsons — es sollte der Jugendunterricht danach streben, in den Gemütern die Empfänglichkeit für solche moralische Normen zu erwecken, die sich aus den natürlichen Beziehungen der Menschen zu einander, aus den Familienverhältnissen und aus dem Bedürfnisse nach friedlichem und freiheitlichem Beisammenwohnen, als selbstverständlich ergeben, wie es in China der Fall ist. Dieser Weg: Unterweisung der Jugend in selbständiger Moral, die nicht aus den für den gemeinen Mann unzugänglichen Höhen spekulativen Denkens herabgeholt ist, ist für alle Menschen ohne Ausnahme gangbar, welchem Bekenntnisse sie auch angehören. Er wird uns innerlich tüchtiger und dadurch der „gelben Gefahr" gegenüber widerstandsfähiger machen, indem er den inneren Wirren, der sozialen Frage ihre Schärfe und ihre Bedrohlichkeit für den Bestand der europäischen Staatengebilde nimmt.

Völkerwachstum.

Wie wenig Aussicht Europa hat, der chinesischen Gefahr durch Unterdrückung Herr zu werden, zeigt ein Blick auf das Resultat der



Anfang 1902 vom Schatzamt zu Peking vorgenommenen genauen Zählung der Bevölkerung Chinas. Das Europa an Größe übertreffende Riesenreich (11 Millionen Quadratkilometer) zählt 426 1/2 Millionen Einwohner, d. h. mindestens 40 Millionen mehr als Europa. Davon wohnen im eigentlichen China, den 3,970.000 Quadratkilometer umfassenden 18 Provinzen, also auf einem Raume, der beträchtlich hinter dem europäischen Rußland zurücksteht, 407 Millionen Menschen, also nahezu viermal soviel als in Rußland, welches etwa 20 Menschen auf 1 Quadratkilometer ernährt, China hingegen 103. Es gibt wohl kein glänzenderes Zeugnis für die Gesundheit der sozialen Verhältnisse des asiatischen Riesenreiches als den Umstand, daß sich die Bevölkerung des Gesamtreiches gegen die letzte Feststellung um etwa 90, die des Hauptlandes um 60 Millionen vermehrt hat, ohne daß Klagen wegen Übervölkerung laut würden oder eine unverhältnismäßige Auswanderung stattfände, während in Rußland seitens der Regierung der Frage nähergetreten wird, wie der Übervölkerung (20 Einwohner auf 1 Quadratkilometer! in Deutschland etwa so viel wie in China) zu steuern sei. Am dichtesten bevölkert ist Schan-tung, die Provinz, der Kiautschau angehört; sie steht mit 264 Einwohnern auf 1 Quadratkilometer dem Königreich Sachsen wenig nach, ist aber zehnmal so groß wie dieses. Tschili, welches die europäischen Truppen gelegentlich ihres Besuches im Jahre 1900 hauptsächlich kennen lernten, besitzt nur die Durchschnittsdichte Frankreichs.

Auch die indische Zählung von 1901 zeigt gegen die zehn Jahre vorher festgestellten Zahlen eine Bevölkerungszunahme in dem doch schon stark bevölkerten Lande. Die Bevölkerung ganz Indiens, der britischen Territorien und der Eingeborenen-Staaten, beträgt 294 Millionen auf einem Gebiete, welches hinter dem europäischen Rußland noch etwas zurückbleibt. In einigen Landschaften hat infolge der Pest und der Hungersnöte eine beträchtliche Abnahme der Bevölkerung stattgefunden, auch in den unmittelbaren britischen Besitzungen, in welchen gleichwohl die Bevölkerung in dem letzten Jahrzehnt um rund 10 Millionen gestiegen ist, während sie in den ebenso umfangreichen mittelbaren Gebieten um rund 3 Millionen abgenommen hat.

Interessante Berechnungen stellt Dr. R. Zimmermann an über die Frage: Wie wird sich die Bevölkerung der Vereinigten Staaten von Nordamerika im XX. Jahrhundert und darüber hinaus vermehren?[1]) Die seit 1790 alle zehn Jahre sehr sorgfältig vorgenommenen Zählungen lassen eine derartige Vorausschätzung wohl berechtigt erscheinen. Nach den bisherigen Erfahrungen läßt sich eine allgemeine Formel für diese Zunahme aufstellen. Diese Formel setzt voraus, daß die Bevölkerung, wenn nicht außerordentliche Umstände, wie Auswanderung, Krieg, Hungersnot, den regelmäßigen Gang stören, dauernd in einem sich stetig vermindernden Verhältnisse fortschreite. Von Jahrzehnt zu Jahrzehnt wird die prozentuale Bevölkerungszunahme geringer. Um 1790 betrug sie etwa 32%, um 1890 nur noch 24%; um 1990 würde sie auf 13% gesunken sein und nach 1000 Jahren kaum noch auf 3% kommen. Nach dem neuesten Zensus beträgt die Bevölkerung der Vereinigten Staaten mit Alaska und dem Indianer-Territorium reichlich 76 Millionen. Im Jahre 2000 würde etwa die Höhe der jetzigen Bevölkerung Europas erreicht sein, was, da die Union nahezu die Größe Europas hat, durchaus keine Übervölkerung bedeuten würde. Über 1000 Jahre hätten die Vereinigten Staaten 40 Milliarden, d. h. etwa das 540fache der augenblicklichen Bevölkerung. Während unter den augenblicklichen Verhältnissen auf 1 Quadratkilometer kaum neun Menschen kommen und der dichtest bevölkerte Staat, Rhode Island mit seiner großen Fabrikarbeiterbevölkerung, erst 157 auf 1 Quadratkilometer zählt (Belgien 225), würde dann 1 Quadratkilometer etwa 4300 Bewohner fassen müssen. Platz würden diese Menschenmassen schon noch finden, denn in unseren Großstädten leben weit mehr Bewohner auf 1 Quadratkilometer, in Berlin z. B. fast 30.000. Aber auch Existenzmittel?

Nach dem amerikanischen Statistiker Pritchett wird mit der Entfaltung der Bevölkerung die Weiterentwicklung der wirtschaftlichen Verhältnisse gleichen Schritt halten; in fortgesetzt steigendem Maße werden die unermeßlichen Schätze der Erde gehoben und nutzbar gemacht, durch eine ungemein intensive Ausnutzung wird die Leistung jener Hilfsquellen immer mehr in die Höhe geschraubt werden. Damit wird die Zukunft für die Individuen und die Nationen wirtschaftliche Fragen zeitigen, von denen uns jetzt noch jede Vorstellung fehlt.

Vielleicht aber kommt es niemals bis zu diesem Zeitpunkte, vielleicht wird es die Menschheit lange vorher müde, sich bedingungslos den sogenannten „Gesetzen" der Vermehrung, den aus der Vergangenheit abgeleiteten Formeln der Statistik zu unterwerfen. Die Möglichkeit eines solchen Entschlusses gewahren wir, wenn wir unseren Blick auf die fortschreitende Entvölkerung Frankreichs richten.[1]) Hier haben wir das Bild einer Bevölkerung, welche den Verlauf der natürlichen Volksvermehrung durch künstliche Unfruchtbarkeit unwirksam macht und das Behagen des Individuums über die Fortdauer der Gattung stellt.

Der Rückgang der französischen Bevölkerung beruht nicht etwa auf einer vermehrten Sterblichkeit, sondern vielmehr auf einer verminderten Geburtsziffer. Was die Kindersterblichkeit betrifft, so steht Frankreich in dieser Hinsicht sogar außerordentlich günstig, weit besser als Deutschland da. Schon im Jahre 1886, als das Übel noch lange nicht seinen jetzigen Grad erreicht hatte, besaßen von den 10,426.000 Familien Frankreichs mehr als 2 Millionen keine, 2 1/2 Millionen nur ein und mehr als 2 1/4 Millionen nur 2 lebende Kinder. Fast zwei Drittel der Familien trugen zu dem Wachstum der Bevölkerung nichts bei, und das

[1]) Globus, Bd. 79, Nr. 5.

[1]) Buschan, Die Entvölkerung Frankreichs. Die Umschau, V. Jahrgang, Nr. 50.



übrig bleibende Drittel, in dem die Kinderzahl über zwei hinausgeht, ist natürlich außer stande, diesen Ausfall zu decken. In manchen Departements verwirft man schon das in Frankreich und leider nicht dort allein übliche Zweikindersystem. „Si les nobles ont inventé le fils ainé, nous autres paysans le fils unique" gab eines Tages ein reicher Bauer im Departement Lot-et-Garonne, dem Lande der Kleingrundbesitzer, zur Antwort, als er nach der Ursache der geringen Anzahl seiner Nachkommen gefragt wurde. Will man in diesen Kreisen das Vermögen möglichst ungeteilt den Nachkommen übermitteln und schränkt man deshalb die Kinderzahl ein, so wird in anderen Bevölkerungsklassen infolge des zunehmenden Bedürfnisses für Luxus und Wohlleben das Kind als eine Last empfunden, die man sich nicht mehr aufbürden will. Nicht einmal der große Zuzug von Fremden vermag das Mißverhältnis zwischen Geburt- und Sterbeziffer auszugleichen. Kein Wunder deshalb, wenn das Schreckgespenst zunehmender Entvölkerung die Gemüter weiter blickender Patrioten mit ernster Besorgnis für die Zukunft der belle France erfüllt.

Körper und Geist.

(Physiologie und Psychologie.)

L'homme machine? • Verdächtige Nahrungsmittel. • „Blut ist ein ganz besondrer Saft." • Sinnesorgane und Sinnesempfindungen. • Der Schmerz. • Buntes Allerlei.

L'homme machine?

Den von La Mettrie, dem berüchtigten Vorleser Friedrichs des Großen, in seiner Schrift „L'homme machine" niedergelegten Gedanken, daß der menschliche Leib nach Art einer Maschine funktioniere und solcherweise auch die geistigen Regungen erzeuge, hat die Wissenschaft der folgenden anderthalb Jahrhunderte häufig zu bestätigen versucht. Doch hat sich nach vielen, oft recht verwickelten Untersuchungen und Versuchen schließlich herausgestellt, daß unser Körper eine für die Leistung mechanischer Arbeit recht schlecht konstruierte Maschine ist und daß der Mensch nicht ohne Ursache derartige Arbeit in immer wachsendem Maße den von ihm erdachten Maschinen überläßt, während er hauptsächlich mit seinen geistigen Fähigkeiten wirkt. Wir vollbringen überhaupt nur einen kleinen Teil der von uns geleisteten mechanischen Arbeit nach Art der kalorischen, d. h. Wärme in Arbeit umsetzenden, Maschinen, während der andere Teil unserer Leistungen durch eine andere Zwischenenergie als die Wärme aus der chemischen Energie der Nahrungsmittel hervorgebracht wird. Diese Zwischenenergieform, mit deren Hilfe man vorteilhafter arbeitet als durch Vermittlung der Wärme, hat die Technik für das Maschinenwesen noch erst zu entdecken.

Indessen will die menschliche Maschine gespeist werden, und über die zweckmäßigste Art ihrer „Heizung" sind die Ansichten ebenfalls noch sehr verschieden. Deshalb sind in neuester Zeit mehrfach interessante Untersuchungen über den Kraftverbrauch bei angestrengter Körperbewegung und über die zweckmäßigste Ernährung bei körperlicher Leistung gemacht. Prof. N. Zuntz und Stabsarzt Dr. Schumburg haben Versuche mit fünf gesunden, aber ungeübten, also etwa der Leistungsfähigkeit von Reservisten und Landwehrleuten entsprechenden Studenten angestellt.[1] Dabei zeigte sich, daß auf längeren Märschen eine Erhöhung der Belastung besonders das Herz angreift. Diese Einwirkung, sichtbar an Doppelschlägigkeit des Pulses, Verflachung der Atemzüge, Herzerweiterung und anderen Symptomen, war nicht von langer Dauer, die Herzerweiterung zeigte sich schon abends oder am nächsten Morgen verschwunden. Die geistigen Fähigkeiten wurden durch leichte Märsche angeregt und erhöht, während nach anstrengenden Märschen die Seelentätigkeit noch am folgenden Morgen hinter der gewöhnlichen Lebhaftigkeit zurückblieb. Von großem Einflusse auf die Leistungsfähigkeit und den Kräfteverbrauch ist es, wie die Last am Körper verteilt ist. Die Verfasser geben Methoden an, nach denen es leicht wird, eine bestimmte Last so am Körper anzubringen, daß der Tragende dadurch am wenigsten leicht ermüdet wird, also möglichst weit ohne Anstrengung marschieren kann.

Beträchtlich ist die Wärmebildung des Marschierenden. Je nach der Schwere des Gepäcks und der Schnelligkeit des Marsches kann vier- bis fünfmal mehr Wärme erzeugt werden als bei völliger Ruhe des Körpers. Wenn da nicht Überhitzung eintreten soll, muß die Wärmeabfuhr wirksam geregelt werden, was hauptsächlich durch die Größe der Schweißabsonderung geschieht. Jeder Grad Temperaturzunahme steigerte die Wasserabgabe des Körpers um 38 Gramm; Wind und trockene Luft verminderten sie, da sie die Verdunstung und damit die Abkühlung des Körpers beförderten. Alle Ergebnisse zeigen, daß eine leichte, poröse Kleidung die Marschfähigkeit beträchtlich erhöhen kann. Umstände, welche die Fortbewegung des Körpers hindern, wie Wundlaufen der Füße und andere, wirken ähnlich wie Ermüdung und bewirken eine gewaltige Steigerung des Kraftverbrauches. Märsche überhaupt, besonders aber solche bei kaltem und windigem Wetter, regen die Nierentätigkeit an; sehr wahrscheinlich werden bei der Muskeltätigkeit besondere, harntreibend wirkende Stoffe in Umlauf gesetzt; warum aber nicht bei jeder Art von Körpertätigkeit? Bei übermäßigen, wenn auch nicht lange fortgesetzten Anstrengungen

[1] Studien zu einer Physiologie des Marsches. Berlin 1901.

trat Eiweiß im Harn auf. So hat auch die Körpermaschinerie ihre Ventile, welche Gefahren anzeigen.

Der Nahrungsverbrauch bei Märschen wurde genau untersucht, indem man einerseits die bei der Atmung gebildete Kohlensäure, anderseits die Stickstoffausscheidung im Harn feststellte. Aber auch hier zeigt der Mensch einen großen Unterschied von der Maschine: wie von zwei Personen bei gleicher Nahrung die eine Fett ansetzt, während die andere mager bleibt, so verbraucht auch bei gleichen Märschen der eine viel, der andere weniger, je nach dem verschiedenen Naturell oder der Bewegungsneigung, wie die Verfasser meinen. Hinsichtlich der gegenwärtig üblichen Soldatenkost glauben sie, daß deren Gehalt an Eiweiß vollkommen ausreichend sei, daß dagegen der Fettgehalt dieser Nahrung bedeutend erhöht werden sollte, indem dadurch die absolute Menge des dem Körper zugeführten Nährstoffes gesteigert, die Verdauungsarbeit aber, welche für Fett am geringsten ist, herabgesetzt würde. Bei den Märschen zeigte sich ein größerer Eiweißverbrauch als während der Ruhe.

Daß dieser vermehrte Eiweißzerfall vermieden werden kann, zeigten die von W. Caspari[1]) angestellten Versuche mit einer großen Hündin, welche bei einer nach dem Eiweiß-, Fett- und Stärkegehalt genau bestimmten Nahrung täglich auf einer Tretbahn ein gewisses Quantum Arbeit leisten mußte. Vor derselben erhielt sie fast ganz stickstoffreie Nahrung (Reis), nach der Arbeit Fett und Fleischmehl. Es stellte sich heraus, daß bei täglich ziemlich erheblicher Muskelarbeit ohne Änderung der Futtermenge beständig Stickstoff im Körper zurückbehalten, das heißt Fleisch angesetzt wurde. An Stelle des Stickstoffverlustes tritt, wenn vor der Arbeit reichlich Kohlehydrate, nach derselben Eiweiß gegeben werden, selbst dann ein erheblicher Eiweißansatz, wenn die Nahrung so knapp war, daß das Tier täglich noch ein wenig von seinem Körperfett verbrauchte. Das alte Schelmenlied: „Faulheit stärkt die Glieder" ist hier zum erstenmal durch exakte Messungen widerlegt: Arbeit stärkt die Muskeln; denn in den letzten fünf Tagen der Arbeitsperiode wurden täglich etwa 100 Gramm Fleisch angesetzt, während wenigstens ebensoviel Körperfett verbraucht wurde. Für die Heilung der Fettsucht wird dieses Ergebnis von Bedeutung sein.

Einer der großen Streitpunkte in der Ernährungsfrage bildet der Vegetarismus. Dr. Albu[2]) hat geprüft, ob die vegetarische, rein pflanzliche Stoffe benützende Ernährungsweise überhaupt möglich, und zweitens, ob sie naturgemäß oder für den Menschen unzweckmäßig sei. Die vegetarische Kost zeichnet sich durch ihre Armut an Eiweißstoffen aus. Für einen gesunden, arbeitenden Erwachsenen werden 118 Gramm Eiweiß = fast 19 Gramm Stickstoff als das Eiweißmindestmaß angesehen. Zwei Versuchspersonen, ein von Voit schon früher untersuchter 28jähriger Tapezierer, der seit drei Jahren nur von Schrotbrot, Obst und Öl lebte, und eine Studentin der Medizin nahmen dagegen nur etwas über 8 beziehungsweise $5^1/_2$ Gramm Stickstoff = 34 Gramm Eiweiß täglich zu sich. Letztere, eine äußerst zierliche Figur von 75 Pfund Gewicht, lebte seit 6 Jahren rein vegetarisch. Während einer fünftägigen Versuchszeit, in der sie täglich etwa 120 Gramm Grahambrot, 400 Gramm Äpfel, 400 Gramm Pflaumen, 200 Gramm Trauben, 64 Gramm Haselnüsse, 76 Gramm Datteln und 100 Gramm Salat mit Zitronensaft zu sich nahm, blieb ihr Körpergewicht unverändert, obwohl der Magen sowohl das Pflanzeneiweiß wie auch das Fett schlecht ausnutzte. Die beiden Versuche haben erwiesen, daß der Mensch mit dem geringsten Nahrungsbedarf zur Not auskommen kann und daß die vegetarische Kost nicht zu arm an Eiweiß ist, daß vielmehr das pflanzliche Eiweiß das animalische genügend zu ersetzen vermag.

Aber — wenn die vegetarische Kost den Menschen auch genügend zu ernähren vermag, erscheint sie doch wegen der ungemein großen Masse der Kost, welche den Vegetarier den ganzen Tag über mit Essen und Verdauen beschäftigt, und wegen der ungenügenden Verwertung des Pflanzeneiweißes im Darm wenig zweckmäßig und unvorteilhaft. Als Krankendiät kann sie unter Umständen von großem Nutzen sein. Dennoch ernähren sich, wie Prof. Baelz aus Tokio im Anschluß an die Albuschen Versuche anführt,[1]) ganze Nationen seit langer Zeit fast ausschließlich vegetarisch; so ganz verwerflich kann sie also wohl nicht sein.

Das japanische Volk besteht zum großen Teil aus Vegetariern, und zwar, mit Ausnahme der Priester gewisser Buddhistensekten, nicht aus Prinzip, denn dazu sind die Japaner viel zu praktische Leute, sondern aus Gewohnheit oder Zwang. Sie würden schon Fleisch oder frische Fische essen, aber die sind ihnen meist zu teuer. Nicht einmal der Milchvegetarismus unserer Gebirgsbewohner kann dort Platz greifen, denn die japanischen Kühe geben keine Milch, also fallen auch Butter und Käse für den dortigen Vegetarier fort. Es existiert also hier wie in Indien vegetarische Massenernährung, bei welcher durch viele Generationen ein gesunder und — in Indien — schöner Menschenschlag bestehen kann. Und diese Nahrung genügt auf die Dauer auch bei schwerer Arbeit, ja die japanischen Ringer, bei denen ein unförmlicher Fettwanst sozusagen zum guten Ton gehört, verwandeln die Kohlehydrate großenteils in Fett. Die Voitsche Forderung von 118 Gramm täglichem Nahrungseiweiß hält Baelz für um 20 bis 30% zu hoch gegriffen.

Die Leistungsfähigkeit der japanischen Truppen in zwei Feldzügen gegen China hat bekanntlich das Erstaunen Europas hervorgerufen. Baelz hat, als die Frage auftauchte, ob Japan eine Veränderung in der Armeeernährung eintreten lassen solle, Versuche angestellt, welche zeigten, daß bei vegetarischer Nahrung — Reis und Kartoffeln, Gerste, Kastanien und Lilienwurzeln — außerordentliche Leistungen ohne Gewichtsverlust ausgeführt wurden.

[1]) Pflügers Archiv für Physiologie, Bd. 83, S. 509.
[2]) Umschau, Bd. V, Nr. 32, Referat von Dr. Mehler.

[1]) Berliner klinische Wochenschrift, Bd. 38, S. 689.



Die Versuchspersonen, zwei kräftige Wagenzieher, zogen den 80 Kilogramm schweren Prof. Baelz während 3 Wochen täglich 40 Kilometer weit im Dauerlauf. Nach 14 Tagen bot Baelz ihnen Fleisch, das sie dankbar annahmen, denn es galt ihnen als Luxus. Sie aßen es mit Vergnügen, kamen jedoch nach drei Tagen und baten ihn, das Fleisch abzusetzen und ihnen nach Vollendung der Probezeit zu geben; denn sie fühlten sich zu müde, sie könnten nicht mehr so gut laufen wie vorher.

Nach der Pflanzennahrung fühlt man sich zu sofortiger körperlicher Arbeit mehr aufgelegt als nach einer Fleischmahlzeit. Das Charakteristische der Pflanzenesser ist ihre Ausdauer. Der Japaner ist jedoch gemischter Nahrung, wenn er sie haben kann, keineswegs abgeneigt und fühlt sich ebenso wohl dabei. Nicht Reis, sondern die Soyabohne ist das wichtigste der pflanzlichen Nahrungsmittel für die weniger begüterten Stände Japans, und sie enthält doppelt soviel Eiweiß wie das beste Ochsenfleisch, kostet jedoch nur den vierten Teil davon. Der Reis allein hat einen großen Nachteil: er enthält zu wenig Kalk, und daher kommt es nach der Meinung von Baelz, daß die höheren Stände in Japan, die hauptsächlich Reis essen, so abnorm weiche Knochen haben.

Auch unter unseren Vegetariern gibt es Leute, die hervorragende körperliche Leistungen vollbringen. In den großen Dauer- und Distanzmärschen des Jahres 1902 befanden sich Vegetarier stets unter den Ersten, und in einem Falle war der Sieger ein Vegetarier. In der Tierwelt scheinen dagegen die Fleischfresser leistungsfähiger zu sein. Während man das Äußerste, was ein Hase an Geschwindigkeit leistet, auf 18 Meter in der Sekunde angibt, und das Rennpferd, ebenfalls ein Vegetarier, es niemals über 19 Meter bringen soll, rennen englische Windhunde, die besonders für den Rennsport erzogen sind, im Galopp 18—23 Meter in der Sekunde.

Verdächtige Nahrungsmittel.

Zu den Kraftspendern rechnen manche Volkskreise immer noch die alkoholischen Getränke. „Spiritus is ooch 'n Nahrungsmittel," übersetzt der Berliner Volkswitz die Inschrift der dortigen Königlichen Bibliothek: Nutrimentum Spiritus. Selbst manche Physiologen sprechen dem Alkohol nicht allen Nährwert ab. Gegen sie wendete sich in der 74. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Karlsbad Prof. Dr. Kassowitz aus Wien. Er sagte u. a.: „Wäre der Alkohol eine Nahrung, wie man auf Grund der Heiztheorie angenommen hat, so müßte es möglich sein, einen Teil der Kost durch Alkohol zu ersetzen, wie man z. B. ein Tier, das man mit einer bestimmten Menge Fleisch und Zucker ausreichend genährt hat, auch dann auf seinem Körperbestande erhalten kann, wenn man den Zucker ganz oder teilweise durch Fett ersetzt." Der Physiologe Chauveau hat folgenden Versuch angestellt. Er ließ einen Hund, der eine genau abgewogene Menge Fleisch und Zucker täglich erhielt, zwei Stunden in einem Tretrade laufen, wobei das Tier jedesmal mit Leichtigkeit 20 Kilometer zurücklegte und sogar noch an Gewicht zunahm. Dann wurde ein Drittel des Zuckers weggelassen und durch Alkohol ersetzt. Die Folge war, daß der Hund es nur mit Mühe auf 17 Kilometer brachte. Da nun weniger Arbeit geleistet wurde als in den alkoholfreien Tagen, so hätte man nach der Voraussetzung, daß der Alkohol eine andere Nahrung ersetzen kann, wenigstens erwarten dürfen, daß das Tier jetzt noch mehr an Gewicht zunehmen würde als früher. In Wirklichkeit trat dagegen eine bedeutende Abnahme des Gewichtes ein. Der Alkohol hat also das Tier nicht nur träge und arbeitsunlustig gemacht; er war nicht nur außer stande, den Zucker als Nahrungsstoff zu ersetzen; sondern er hat sogar noch an dem Körper gezehrt, indem er durch seine Giftwirkung Teile des lebenden und arbeitsfähigen Protoplasmas zersetzte und in Auswurfstoffe verwandelte.

„Der Alkohol ist also ein Gift wie andere Gifte, indem er die lebende Substanz des Körpers angreift und schädigt und außerdem noch dadurch verhängnisvoll wirkt, daß er gleich allen narkotischen Stoffen eine besondere Affinität zum Protoplasma der Nervenelemente besitzt, und außer der Schädigung der Einzelorgane die Leistungsfähigkeit des Gesamtorganismus durch seine lähmende Wirkung auf das Nervensystem herabsetzt. Das haben übrigens die Sportfreunde aller Branchen längst ohne physiologisches Experiment auf dem Wege der Erfahrung herausgefunden: die Rennfahrer, Ringkämpfer, Ruderer und Distanzgeher wissen, daß schon mäßiger Alkoholgenuß gegenüber enthaltsamen Konkurrenten zu sicherer Niederlage führt."

Interessante Mitteilungen über den Gebrauch und die Wirkungen des Alkohols bei den Ostasiaten macht Dr. Erikson in einer russischen Zeitschrift für Nervenheilkunde.[1]) Danach wirkt auf die Angehörigen der verschiedenen Rassen der Alkohol sichtlich verschieden. Während die Russen nach dem Genusse des Chanschin, des chinesischen Branntweins, bald von Halluzinationen und Delirien befallen werden, übt er auf die Chinesen keine besonders schädliche Wirkung aus. Letztere zeigen die ihnen eigentümliche Mäßigkeit auch im Genusse des Alkohols; vielleicht trägt zu ihrer Enthaltsamkeit auch die strenge Bestrafung der Trunkenheit bei, indem jedem Betrunkenen, der sich öffentlich zeigt, 50 bis 100 Bambushiebe auf den Rücken oder die Sohlen verabreicht werden. Trunkenheit bei Ausübung eines Verbrechens gilt bei den Chinesen, entgegen europäischer Anschauung, als ein die Strafe verschärfender Umstand, und unverbesserliche Trinker gehen infolge der strengen Strafen der chinesischen Behörden gewöhnlich bald zu Grunde. Auch die Japaner sind, obwohl sie von ihrem Reisbranntwein gelegentlich bedeutende Mengen trinken, im allgemeinen weit mäßiger als die Russen; betrunkene Japaner sind eine Seltenheit, noch seltener kommt es vor, daß der Betrunkene sich roh und unanständig benimmt. Ebenso steht es mit den Koreanern, deren aus Gerste, Hirse oder Mais bereiteter „Stoff" mit 8 bis 11% Alkohol eher einem sehr schweren Biere gleicht.

[1]) Nach Globus, Bd. 82, Nr. 11.



Die Giljaken und Golden dagegen trinken, wie alle „Wilden", viel und gierig bis zur Bewußtlosigkeit, und ihnen folgen im Mißbrauch alkoholischer Getränke die Ainos, Tungusen und Kamtschadalen.

Die Chinesen, bemerkt Dr. Erikson weiter, erblicken in den Russen, überhaupt in den Europäern, notorische Trinker. Er behauptet sogar, daß die europäerfeindliche Vereinigung, die sich vor einigen Jahren im Tientsin gebildet hat, ihre Entstehung vornehmlich dem Umstande verdankt, daß die Trunksucht unter den Europäern stark verbreitet ist. Jeder Anhänger der Vereinigung mußte daher das Gelübde der Enthaltsamkeit ablegen. Sollte es bei den verachteten „Hunnen" vielleicht doch ein wenig anders aussehen, als die große Masse der Europäer denkt?

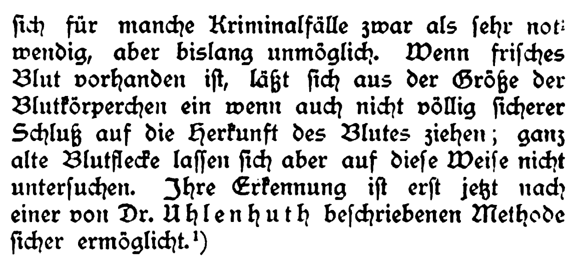
Mit dem Alkohol verglichen ist der Zucker gewiß ein harmloses Nahrungs- und Genußmittel, und doch zieht man auch gegen ihn schon zu Felde. Über die Gefahren des wachsenden Zuckerkonsums sucht G. v. Bunge das Publikum aufzuklären. Bekanntlich werden Kinder, die ihr Verlangen nach Süßigkeit durch Genuß von Zucker stillen, leicht blutarm und bekommen schlechte Zähne. Bunge begründet diese Folgen durch den Mangel des Zuckers an Kalk und Eisen. Alle übrigen mineralischen Nahrungsstoffe werden uns in der übrigen Nahrung ausreichend geboten, für Kalk und Eisen aber sind wir besonders auf die natürlichen süßen Nahrungsmittel angewiesen. Kalk findet sich in gleicher oder größerer Menge als in der Muttermilch nur noch in wenigen Nahrungsmitteln, in der Kuhmilch, im Eidotter, in Erdbeeren und Feigen, wogegen der Kalkgehalt von Fleisch, Brot, Kartoffeln sehr geringfügig ist. Hinsichtlich des Eisens liegt die Sache insofern günstiger, als der Säugling schon für die erste Zeit seines Lebens genügend davon in seinen Geweben aufgespeichert hat und später eine ganze Reihe eisenhaltiger Nährstoffe, in erster Reihe das Fleisch, aufnimmt. Dafür ist der Zucker aber auch ganz eisenfrei, liefert also nichts von diesem für das Blut so überaus wichtigen Stoffe.

Die Entstehung der schlechten Zähne führt man weniger auf mechanische Verletzungen des Schmelzes beim Zerbeißen des Zuckers oder auf die Gärungssäuren als vielmehr ebenfalls auf den Kalkmangel zurück. Durch diesen leidet natürlich auch die übrige Skelettentwicklung. Als Ersatz des Zuckers empfiehlt v. Bunge nicht den ebenfalls sehr kalk- und eisenarmen Honig, sondern zuckerreiche Früchte wie Feigen, Datteln, Pflaumen und Birnen. Mit ihnen sollte man dem berechtigten Verlangen des Kindes nach Süßigkeiten entgegenkommen. Für die staatliche Gesundheitspflege macht Bunge folgenden Vorschlag:

„Man besteuere den Zucker möglichst hoch; man beseitige alle Zölle auf die Einfuhr von Südfrüchten, man fördere mit allen Mitteln den Gartenbau und die Obstkultur."

„Blut ist ein ganz besondrer Saft."

Menschenblut und Tierblut auch in eingetrocknetem Zustande unterscheiden zu können, erwies



sich für manche Kriminalfälle zwar als sehr notwendig, aber bislang unmöglich. Wenn frisches Blut vorhanden ist, läßt sich aus der Größe der Blutkörperchen ein wenn auch nicht völlig sicherer Schluß auf die Herkunft des Blutes ziehen; ganz alte Blutflecke lassen sich aber auf diese Weise nicht untersuchen. Ihre Erkennung ist erst jetzt nach einer von Dr. Uhlenhuth beschriebenen Methode sicher ermöglicht.[1])

Schon früher hatte er eine Beobachtung veröffentlicht, welche er an einem Kaninchen machte, dem Hühnerblut in die Bauchhöhle gespritzt worden war. Das Serum oder Blutwasser dieses Kaninchens verursachte, wenn es einer stark verdünnten Hühnerblutlösung beigemischt wurde, eine deutliche, schnell auftretende Trübung der letzteren, in der sich allmählich ein flockiger Niederschlag bildete, während es in verdünnter Blutlösung von Pferden, Rindern, Hammeln oder Tauben keine Trübung hervorrief. Er untersuchte nun, ob sich mit Hilfe dieser Methode das Blut der verschiedenen Tierarten unterscheiden lasse. Zuerst stellte Dr. Uhlenhuth einige Vorversuche mit Rinderblut an. In etwa wöchentlichen Zwischenräumen spritzte er Kaninchen etwa 10 Kubikzentimeter defibrinierten (von den Blutkörperchen befreiten) Rinderblutes in die Bauchhöhle, und schon nach fünf derartigen Einspritzungen lieferten die Tiere ein wirksames Serum. Nun stellte er mit Hilfe von 1·6%iger Kochsalzlösung absolut klare, rötlich gefärbte Blutlösungen von folgenden Tieren her: Rind, Pferd, Esel, Schwein, Hammel, Hund, Katze, Hirsch, Damhirsch, Hase, Meerschweinchen, Ratte, Maus, Kaninchen, Huhn, Gans, Puter, Taube und auch von Menschenblut. Wenn er nun jedem der die Blutlösungen enthaltenden Gläschen 6 bis 8 Tropfen vom Serum des mit Rinderblut behandelten Kaninchens zusetzte, so entstand nur in der Rinderblutlösung ziemlich schnell eine deutliche Trübung. Alle übrigen Gläschen blieben vollkommen klar; normales Kaninchenserum trübte auch die Rinderblutlösung nicht.

Hiedurch ermutigt, behandelte Dr. Uhlenhuth ein Kaninchen in der oben beschriebenen Weise mit Menschenblut. Wurde das Serum des so behandelten Tieres in die 19 oben genannten Blutlösungen geträufelt, so zeigten sich die Trübung und der ihr folgende flockige Niederschlag nur in der Menschenblutlösung. Hat der Gerichtsarzt nun die Aufgabe festzustellen, ob ein Blutfleck Menschenblut ist oder nicht, so wäscht respektive spült er die Flecken mit einer 1·6%igen Kochsalzlösung ab und setzt der Lösung das Serum eines Kaninchens zu, dem Menschenblut eingespritzt ist. Tritt eine Trübung ein, so rühren die Blutspuren offenbar von Menschenblut her, bleibt die Lösung klar, so hat man es mit Tierblut zu tun. Um die Art des getöteten Tieres nachzuweisen, müßte man dann wieder eine ganze Anzahl Kaninchen zur Verfügung haben, die mit den verschiedensten Blutarten behandelt wären.

Diese Wirkung des mit Menschenblut vermischten Kaninchenserums richtet sich nun, was

[1]) Deutsche Medizinische Wochenschrift 1901, Nr. 6.



biologisch sehr interessant ist, nicht nur gegen Menschenblut, sondern fällt auch mit dem Blute einiger Affenarten erfolgreich aus.

Diese Tatsache scheint die „Blutsverwandtschaft“ von Mensch und Affe zu bestätigen, besonders wenn man die folgenden von H. Friedenthal angestellten Versuche daneben hält.[1])

Blutkörperchen eines Tieres können nur mit Serum von Tieren derselben Art oder sehr nahe verwandter Arten gemischt werden, ohne der Auflösung zu verfallen.

Bluteinflößungen, die bisweilen bei schweren Blutverlusten nötig werden, glücken deshalb nur, wenn man dem Kranken Menschenblut einspritzt, während die Transfusion von Tierblut stets mit einem Mißerfolg endet, da die Blutkörperchen des letzteren von dem menschlichem Serum aufgelöst werden. Es erschien Friedenthal daher möglich, den Verwandtschaftsgrad verschiedener Tiere, den man bisher hauptsächlich auf indirektem Wege, aus morphologischen, anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Merkmalen herleitete, direkt durch Untersuchung des Blutverhaltens festzustellen.

Zahlreiche, ausschließlich mit Wirbeltieren und darunter hauptsächlich mit Säugetieren unternommene Versuche mit Bluttransfusion ergaben, daß innerhalb derselben Familie das Blut keine merklichen Unterschiede aufweist, daß dagegen die einzelnen Unterordnungen, mehr noch die Ordnungen eine wirksame Blutmischung nicht gestatten. So zeigen Maus und Ratte, Mitglieder der Gattung Mus, keine Blutunterschiede: weder löste Mäuseserum Rattenblutkörperchen noch Rattenserum Mäuseblutkörperchen auf. Dagegen wurden die Blutkörperchen des Meerschweinchens (Gattung Cavia oder Ferkelmäuse) von Kaninchenserum (Gattung Lepus) und umgekehrt gelöst, während Hase und Kaninchen (beide Lepus) Blutvermischung gestatteten. Hund, Fuchs und Wolf gestatteten ausgiebigen Blutaustausch, während Hundeblutkörperchen von Katzenserum aufgelöst wurden.

Für die Ordnung der Primaten (Menschen und Menschenaffen) waren bisher noch keine derartigen Versuche angestellt worden. Menschenblutserum löste, wie die Blutkörperchen des Aales, des Frosches, der Ringelnatter, der Taube, des Pferdes, des Rindes u. s. w., so auch die Blutkörperchen vom Vari, einer Halbaffenart, und von mehreren echten Affen, z. B. vom Klammeraffen, vom Babuin, vom Hutaffen, gemeinen Makak und Schweinsaffen, wies also jede nähere Verwandtschaft mit ihnen ab. Dagegen wurden die Blutkörperchen des Orangutan und des Gibbon von Menschenserum nicht gelöst. Der Mensch steht also zu diesen Menschenaffen in demselben verwandtschaftlichen Verhältnis wie die Maus zur Wanderratte, der Hund zum Fuchs und Wolf, der Hase zum Kaninchen. „Blut ist ein ganz besondrer Saft.“

[1]) Nach dem Archiv für Anatomie und Physiologie in Gaea, Bd. 37, Heft 1.

Sinnesorgane und Sinnesempfindungen.

Unsere Sinnesorgane sind für den Gebrauch des Naturmenschen vollkommen ausreichend. Der Fortschritt der Kultur stellt jedoch Ansprüche an sie, denen sie häufig nicht gewachsen sind. Entweder versagen sie alsdann den Dienst oder sie täuschen uns. Das Kapitel der optischen Täuschungen liefert unseren Zeitschriften häufig Stoff zu anregender Unterhaltung. Wir haben in diesen Sinnestäuschungen einen sprechenden Beweis dafür, daß unsere Sinnesorgane im wesentlichen nur den von der Natur gegebenen Verhältnissen angepaßt sind und zur richtigen Erfassung gekünstelter Verhältnisse einer mehr oder weniger langen Übung bedürfen.

Der Mensch hat sich zur Erfassung dieser Verhältnisse seit dem Altertum eine Anzahl Vorrichtungen oder Apparate geschaffen, welche zur Ergänzung der Sinnesorgane dienen. Über diese Erweiterung unserer Sinne hat Prof. Wiener von der Universität Leipzig eine sehr anregende, auch als Buch erschienene Vorlesung gehalten, der wir einiges entnehmen.

Jedes neue Instrument, jede Zusammenstellung bekannter Instrumente zu neuem Zweck stellt vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus sich als eine naturgemäße Fortentwicklung und Erweiterung unserer Sinne dar, als ein Fortschritt in der Anpassung an unsere Umgebung und als ein Vorteil im Kampfe ums Dasein. Unsere Instrumente übertreffen an Feinheit der Empfindung und an Zuverlässigkeit unsere natürlichen Sinne ganz ungeheuer.

Vergleichen wir z. B. unseren Drucksinn und das entsprechende Instrument, die Wage. Die Gewichtsabschätzung mit der Hand reicht nur auf 30%; sie läßt sich dadurch noch etwas verfeinern, daß wir das abzuschätzende Gewicht mehrmals in die Höhe heben, „in der Hand wiegen“. Aber auch so sinken die Fehler der Abschätzung immer nur bis zu 10%. Unsere besten Präzisionswagen dagegen vermögen, auf beiden Seiten mit je 1 Kilogramm belastet, noch den zweihundertsten Teil eines Milligramms anzuzeigen, sie sind also gegen Druckunterschied zwanzigmillionenmal so empfindlich wie unser Körper.

Nehmen wir das Auge. Es vermag in der größtmöglichen Nähe von etwa 10 Zentimeter noch zwei Striche, welche etwa $^1/_{40}$ Millimeter Abstand haben, voneinander zu unterscheiden. Hierbilden nun die Instrumente ganz eigentlich die naturgemäßen Erweiterungen des Sinnesorgans; denn auch sie setzen sich aus Linsen zusammen. So entstand das Mikroskop. Die besten Mikroskope vermögen zwei feine Striche von etwa dem siebenten Teil eines Tausendstel Millimeters Abstand noch getrennt erscheinen zu lassen und leisten damit etwa 200mal soviel wie das unbewaffnete Auge. Mit Hilfe der vom Mikroskop unterstützten wissenschaftlichen Gedankenarbeit und Berechnung können wir freilich noch viel minimalere Verhältnisse ermitteln, z. B. die kleinste Dicke einer auf Glas niedergeschlagenen Silberschicht, die sich durch ihr stärkeres Reflexionsvermögen eben noch



von der unbelegten Glasfläche unterscheidet: sie beträgt den siebenten Teil eines Milliontel Millimeters. Merkwürdigerweise übertreffen der Geruchssinn und der Geschmackssinn im Nachweis der feinsten Mengen eines Stoffes nicht selten die vollkommensten chemischen Methoden.

Die Natur stellt uns manchmal vor Tatsachen, die geeignet erscheinen, unsere weisesten und erprobtesten Theorien über den Haufen zu werfen. Es erscheint uns als selbstverständlich, daß ohne Gehirn keine Empfindungen zu stande kommen können. Vor kurzem machte ein Berliner Arzt Mitteilungen über die von ihm ausgeführte *Prüfung der Geschmacksempfindung bei einem ohne Gehirn geborenen Kinde*, welches 10 Tage am Leben blieb. Fünf Jahre zuvor hatte sich die gleiche Mißbildung in der Familie schon einmal, und zwar gleichfalls bei einem Mädchen gezeigt. Es wurden dem hirnlosen Kinde etwa einen Tag nach der Geburt mittels Haarpinsels verschiedene süß, bitter, salzig und sauer schmeckende Flüssigkeiten auf die Zunge gebracht. Bei der süßen Lösung schlug das Kind die Augen auf, spitzte den Mund, „schmeckte" zum erstenmal mit sichtlichem Behagen und biß sogar auf den Pinsel, während es bis dahin überhaupt keine Nahrung hatte zu sich nehmen wollen. Als sodann die bittere Lösung auf die Zunge gebracht wurde, verzog sich sofort das Gesicht, das Kind wandte den Kopf ab und brachte die Flüssigkeit mit dem Speichel wieder heraus. Wurde jetzt wieder mit der Zuckerlösung gepinselt, so wehrte das Kind zwar bei den ersten Versuchen ab, bald aber schluckte es wiederum und biß mit Behagen zu. Die Essiglösung veranlaßte ein „saures Gesicht" und auch die salzige Lösung bewirkte, daß das Kind unruhig wurde, den Mund zusammenpreßte und nicht schluckte. Hienach sind also von dem gehirnlosen Kinde dieselben mimischen Reflexbewegungen ausgeführt worden, wie sie bei Erwachsenen bekannt sind und bei normalen Neugeborenen jüngst mehrfach nachgewiesen wurden. Wissenschaftlich interessant ist, daß, so eigenschaftslos sonst auch die ganze Welt vor dem Neugeborenen liegt, die Eigenschaft des Geschmackes das erste, und zwar ein so vortreffliches Orientierungsmittel für das Kind ist, daß es noch lange Zeit nach der Geburt alles in den Mund steckt und mit der Zunge prüft. Somit erscheint es nicht wunderbar, wenn wir sehen, daß für die Erkenntnis, ob etwas bekömmlich oder schädlich ist, das Großhirn gar nicht vorhanden zu sein braucht.[1])

Den Sitz der Intelligenz, überhaupt der höheren geistigen Fähigkeiten im Gehirn festzustellen, ist der Gegenstand unermüdlicher Arbeit seitens einer großen Anzahl von Forschern, denen der überaus verwickelte, aus zahllosen feinsten Elementen zusammengesetzte anatomische Bau des Gehirns große Schwierigkeiten bereitet. Einige von ihnen glaubten festgestellt zu haben, daß der Stirnlappen beziehungsweise die Stirnrinde des Großhirns nicht, wie die übrigen Partien der Hirnrinde, Sinnessphären darstellten, sondern daß in jenen Teilen speziell der Sitz der höheren seelischen Tätigkeiten, der Intelligenz, des Denkens, der Aufmerksamkeit, des Charakters sei. Gegen diese Anschauung wendet sich Prof. *Munk*, der die Ausdehnung der Sinnesbezirke in der Großhirnrinde seit Jahren durch Experimente an Affen und Hunden studiert hat. Er ist dabei zu folgenden Ergebnissen [1]) gelangt:

„Weder ist der Stirnlappen der Sitz der Intelligenz, noch sind überhaupt besondere Bezirke der Großhirnrinde eigens mit den höheren psychischen Funktionen betraut, ebensowenig wie es Bezirke gibt, die bloß den Sinnesvorgängen dienen. Die Sinnesnervenfasern, die zur Rinde in deren ganzer Ausdehnung als Projektionsfasern gehen, finden dort für jeden Sinn nebeneinander ihr Ende, ohne daß Fasern eines anderen Sinnes sich untermischen. So stellt sich die Rinde als ein Aggregat (eine Aneinanderhäufung) von den verschiedenen Sinnen zugeordneten Abschnitten, den *Sinnessphären*, dar, und in den zentralen Elementen jeder Sinnessphäre kommen die spezifischen Empfindungen, Wahrnehmungen und Vorstellungen des betreffenden einen Sinnes zu stande. Die darüber hinausgehenden Verrichtungen der Rinde sind an Assoziations-, Verknüpfungsfasern und andere zentrale Elemente gebunden, welche ebenfalls über die ganze Hirnrinde verbreitet sind, eine jede Funktion natürlich an besonders gestaltete Gebilde geknüpft. Die Abgrenzung der Sinnessphären hat für diese höheren Funktionen, das Denken, die Aufmerksamkeit u. s. w., keine durchgreifende Bedeutung mehr; doch sind wir des weiteren noch im Dunkeln, da der Versuch am Tiere hierüber bisher keine Aufklärung gebracht hat und die pathologische Beobachtung bei Versagung des Sprechens, des Schreibens und anderen krankhaften Erscheinungen nur sehr spärliche und nicht genügend durchsichtige Aufschlüsse geliefert hat."

Waren die alten Griechen blaublind? Diese Frage, für deren Bejahung schon vor Jahrzehnten der grand old man, der berühmte englische Politiker und Gelehrte *Gladstone*, gewichtige sprachliche Gründe ins Feld geführt hatte, erörtert *E. v. Wahl* in einer Arbeit über „Farbenblindheit und Erweiterung des Gesichtssinnes".[2]) Auch aus physiologischen Gründen, meint er, ließe sich nichts Gewichtiges vorbringen gegen die Hypothese, daß unsere Sinne sich im Laufe der Zeit erweitern und verfeinern, unser Auge also allmählich immer kürzere Ätherschwingungen wahrzunehmen im stande sein werde. Mit diesem Fortschritt nach der violetten Seite hin scheint ihm nun aber ein Zurückgehen der Wahrnahmefähigkeit nach der roten Seite des Spektrums hin stattzufinden.

Wir können feststellen, daß die leuchtendsten Farbentöne ungefähr in der Mitte der Farbenskala, also etwa im orangegelben Teil liegen müssen; es setzt uns deshalb in Erstaunen zu finden, daß den alten Völkern Purpur als die leuchtendste Farbe erschien, d. h. ein Rot, das schon einen kleinen

[1]) Die Umschau, V. Jahrgang, Nr. 42.

[1]) Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, 1901, S. 1149.

[2]) Gaea, Bd. 37, S. 488.

Stich ins Violette hat. Es wäre daher vielleicht nicht ganz unwahrscheinlich, daß sie noch die infraroten Strahlen gesehen haben könnten, die wir uns vielleicht lilarosa zu denken hätten.

„Wenn nun seit den Zeiten Homers eine Verschiebung des sichtbaren Spektrums von Rot nach Violett hin stattgefunden hätte, so müßten wir erwarten können, daß eine solche Tendenz auch jetzt noch zu beobachten wäre. Es müßte also jetzt eine Atrophierung (ein Absterben) derjenigen Nervenfasern stattfinden, die vom unteren Ende des Spektrums erregt werden, nämlich der rotempfindenden.

„Diese Voraussetzung wird nun durch die statistischen Erhebungen glänzend bestätigt, indem die erdrückende Majorität aller Farbenblinden zu den Rotblinden gehört, was also nicht bloß Zufall sein kann. Überhaupt ist die Farbenblindheit ein viel häufiger vorkommendes Phänomen, als man gewöhnlich glaubt, da ein großer Teil der davon Betroffenen es selbst gar nicht weiß."

Über den etwaigen Grund zu einer solchen Atrophie stellt v. Wahl eine sehr ansprechende Vermutung auf. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß rot aufregend, gelb erfreuend, grün indifferent angenehm, blau beruhigend und violett drückend auf die menschliche und tierische Seele wirkt, und in Nervenheilanstalten hat man diese physiologischen Farbenwirkungen angeblich mit Erfolg benützt, indem man Tobsüchtige in blauviolett tapezierten Zimmern unterbrachte, Melancholiker dagegen mit Rot und Orange umgab.

Es läßt sich daher auch erwarten, daß die Farbenblindheit durch das einseitige Überwiegen gewisser Farben das Temperament und den Charakter des von ihr betroffenen Menschen beeinflussen muß. Die Blaublinden müßten temperamentvoll, lebenslustig, optimistisch sein, die Rotblinden dagegen ruhig, bedächtig, pessimistisch beziehungsweise melancholisch. Was uns über das heitere Temperament und die Lebensanschauungen der Griechen bekannt ist, würde zu ihrer angenommenen Blaublindheit nicht in Widerspruch stehen.

Seine Annahmen über die Wirkung der Farbenblindheit auf den Charakter fand unser Autor in den wenigen ihm bekannten Fällen glänzend bestätigt. „In einer Familie von fünf Brüdern ist einer rotblind. Während die anderen vier sehr exaltiert, reizbar, überschwänglich und im höchsten Grade Gemütsmenschen sind, ist dieser ruhig, klar und besonnen. Dasselbe ist in einer anderen Familie der Fall, wo jedoch nur zwei Brüder sind, von denen der farbenblinde durchaus ruhiger und kühler, auch praktischer und energischer ist als der andere. Wir könnten somit sagen, daß heutzutage die Rotblindheit eigentlich von Nutzen sein muß, da sie unsere Nerven, die durch das ganze moderne Leben außerordentlich in Anspruch genommen werden, schont.

„Die Atrophierung der rotempfindenden Nerven könnte somit in einem Nützlichkeitsprinzip seinen Grund haben und gewissermaßen eine Prophylaxis (ein Vorbeugemittel) der Natur sein. Damit stimmt auch die Beobachtung eines hiesigen Kinderarztes, daß die Farbenblinden meist gesund sind und wenig zur Nervosität neigen, gut überein."

Der Schmerz.

Ein uns alle überaus nahe angehendes Kapitel, die Schmerzempfindung, behandelt V. F. Tschisch, Professor der Psychiatrie zu Dorpat, in eingehender Weise.[1] Obwohl jedem diese Empfindung aus eigener Erfahrung nur zu gut bekannt ist, sind unsere Kenntnisse über den Schmerz sehr unvollständig und ungenau. Denn der Schmerz unterdrückt das Gemüt, hebt das Denken auf, lähmt den Willen, und es ist daher begreiflich, daß wir uns an den erlebten Schmerz nicht genau erinnern, ihn nicht genau beschreiben und analysieren können. Auch Gegenstand einer experimentellen Untersuchung kann der Schmerz nicht sein, denn selbst die feurigste Liebe zur Wissenschaft vermag die Angst und den Schrecken vor den Schmerzempfindungen nicht zu überwinden. Das ist auch nicht nötig; denn die Erfahrung der Menschheit bezüglich des Schmerzes ist ungeheuer groß, und vor allem hat die Inquisition längst den Schmerz so fein studiert, alle damals zugänglichen Methoden der Schmerzerzeugung so meisterhaft ausgebildet, daß wir uns bloß des von ihr gesammelten Erfahrungsschatzes zu bedienen brauchen.

Tschisch mustert die einzelnen Empfindungen darauf hin, ob sie mit einem Schmerzgefühl kombiniert sein können. Bei den Gesichts- und Gehörsempfindungen, als solchen, ist das niemals der Fall. Wenn das anhaltende Starren in die Sonne Schmerz hervorruft, so wird nicht die Licht-, sondern die Wärmewirkung der Sonne der wahre Grund sein. Im Winter, da die Sonne leuchtet, aber nicht wärmt, ruft sie auch bei längerem Fixieren keinen Schmerz hervor. Kanonenschüsse rufen, besonders in geschlossenen Räumen, bekanntlich einen ziemlich starken Schmerz hervor, aber nur, weil sie auf das Trommelfell mechanisch sehr stark, zuweilen sogar bis zum Zerreißen desselben, einwirken. Wenn uns das Streichen mit einem Messer auf einem Teller, das einen sehr unangenehmen Laut erzeugt, oder in einem Musikstück falsche Töne „wehetun", so ist dieses Gefühl weit von einem wirklichen Schmerz entfernt; es ist eine unangenehme Empfindung, kein Schmerz. „Für den Psychologen sollte es eigentlich von vornherein einleuchtend sein, daß Gesichts- und Gehörsempfindungen nie so klar und deutlich wären, wenn sie sich mit dem Schmerz kombinieren könnten." Die Inquisitoren, diese vollendeten Sachkenner alles dessen, was nur irgendwie Schmerz erzeugen und den Tod qualvoll machen kann, wußten aus Erfahrung, daß die Gehörs-, Geruchs- und Geschmacksempfindungen keinen Schmerz hervorrufen können; diese Bösewichter vergeudeten deshalb ihre Zeit nicht mit solchen unnützen Sachen, Reize auf diese Organe wurden nie in Anwendung gebracht.

Wenn die Geruchsreize Schmerz verursachten, würden die beim Abfuhrwesen beschäftigten Arbeiter nicht so niedrig entlohnt werden, und auch bei den Geschmacksempfindungen vermag keine Steigerung des Reizes Schmerz zu erzeugen. Das Bittere ist

[1] Deutsch in: Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Bd. 17, Nr. 19.



zwar unangenehm, das Saure und das Salzige widerlich, aber die mit diesen Empfindungen gepaarte Unannehmlichkeit ist gar nicht schmerzähnlich. Freilich können einige chemische Stoffe, die Geschmacksempfindungen hervorrufen, auch Schmerz erzeugen, wenn sie nämlich die Schleimhaut und die darunterliegenden Gewebe zerstören. Wenn $^1/_{1000}$ Essigsäurelösung eine angenehme Geschmacksempfindung, eine $^1/_{10}$-Lösung aber einen intensiven Schmerz erzeugt, so wird im zweiten Falle das Gewebe der Zunge chemisch zerstört, und dabei ist entweder gar keine oder eine nur sehr unbestimmte Geschmacksempfindung vorhanden.

Die chemische Bewegung ist also das Schmerzerregende, und intensiver Schmerz entsteht überall da, wo chemische Bewegung als solche auf den Organismus einwirkt; bekanntlich verursachen aber nicht alle chemischen Reize einen Schmerz, sondern nur einige, z. B. Schwefelsäure, welche immer und überall im Organismus einen Schmerz hervorruft. Es entsteht also die Frage, weshalb die einen chemischen Reize immer einen Schmerz erzeugen, die anderen niemals.

„Das erste in die Augen springende Merkmal aller schmerzerzeugenden Reize ist, daß sie alle bei genügend großer Extensität ihrer Einwirkung den Organismus abtöten. Die Säuren, Phenol, ätzende Alkalien und andere mehr rufen, wenn sie in kleinen Quantitäten oder auf schwach innervierte Stellen wirken, einen schwachen Schmerz hervor; ist die Fläche, auf die sie wirken, größer, so ist der Schmerz intensiver; in größeren Quantitäten töten sie den Organismus." Alle schmerzerzeugenden chemischen Reize verwandeln jedes lebende Gewebe in totes, töten alles Lebendige, dabei werden auch die sensiblen (Empfindungs-)Nerven zerstört, und daher empfinden wir Schmerz.

Man hat den Schmerz wohl als den „wachsamen Wächter" bezeichnet, der uns vor schädlichen Reizen warnt. Ein solcher ist er jedoch nicht in allen Fällen; denn manche Gifte können den Organismus töten, ohne Schmerz zu erzeugen, wie Morphium, Kokain, Bromkali u. a. m. Also nicht alle organismentötenden chemischen Reize erzeugen Schmerzen, und es muß daher ein wesentlicher Unterschied sein zwischen Giften, die uns schmerzlos töten, und zwischen schmerzerzeugenden Giften.

„Es ist sehr gut zu begreifen, warum uns die Natur mit einer lebhaften, ausgesprochenen Empfindung, wie es der Schmerz ist, ausgestattet hat; der Schmerz ist eine Reaktion des Organismus auf gewebetötende chemische Reize, während das unangenehme Allgemeingefühl eine Reaktion auf Reize ist, die nur dem Organismus als ganzem schaden."

Hieraus ergibt sich, welche Reize überhaupt Schmerzempfindungen hervorrufen können. Das Feuer vernichtet alles Lebende am vollkommensten und muß daher den heftigsten Schmerz hervorrufen. Deshalb wurde die Verbrennung durch langsames Feuer stets als die schrecklichste Todesstrafe betrachtet. Unter den Temperaturreizen rufen nur diejenigen Schmerzen hervor, welche die lebenden Zellen abtöten; im anderen Falle kann man nur von unangenehmen, ja unerträglichen Empfindungen sprechen. Das Erfrieren müßte ebenso qualvoll wie der Flammentod sein, wenn nicht das Bewußtsein dabei sehr bald verloren ginge. Bei leichten Brand- und Frostwunden gesellen sich zu den Temperaturreizen auch noch chemische — was das Leiden weiter steigert.

Die mechanischen und die elektrischen Reize, und zwar sowohl starke als auch schwache, aber andauernde oder häufig wiederkehrende, zerstören das lebende Gewebe im allgemeinen und die Nerven im besonderen, und daher haben auch sie den Schmerz im Gefolge. Als innere Schmerzursachen können chemische, mechanische, vielleicht auch elektrische Reize auftreten; dagegen sind die im lebenden Organismus eintretenden Temperaturerhöhungen und -erniedrigungen so unbedeutend, daß sie an sich als Schmerzursachen nicht in Betracht kommen. Fieberglut und Fieberfrost sind wohl sehr unangenehme, aber nicht eigentlich schmerzhafte Empfindungen.

Hinsichtlich der inneren Schmerzen ist unser Wissen noch sehr mangelhaft. Die Ursache der funktionellen (in den inneren Organen bei ihrer Tätigkeit auftretenden) Schmerzen kann weder mechanischer noch thermischer (durch Wärme veranlaßter) Art sein, und auch die Annahme elektrischer Reize ist sehr unwahrscheinlich. Wahrscheinlich traf schon Romberg das Richtige, als er sagte, der Schmerz sei die Klage der Nerven über eine veränderte Blutzusammensetzung. In der Tat müssen wir die Ursache der funktionellen Schmerzen in einer Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Blutes oder der Nerven selbst suchen.

„Die Forscher der Zukunft" — sagt Tschisch — „sind zu beneiden: sie werden entdecken, welche Gifte bei ihrer Anhäufung den Schmerz hervorrufen, und werden rationelle Mittel zur Stillung des Schmerzes — Gegengifte — finden, vielleicht werden sie sogar prophylaktische Maßregeln zur Vorbeugung einer solchen Anhäufung von Giften im Organismus anzeigen."

La douleur est la mort: diesen Satz Fouillées findet Tschisch durch seine Untersuchung bestätigt. Sie liefert uns die wissenschaftliche Begründung der moralischen Forderung, niemandem Schmerz zu verursachen: indem wir einem Organismus einen Schmerz zufügen, töten wir ihn, da wir seine lebenden Gewebe töten.

„Die Zufügung des Schmerzes ist ein Mord, und daher ist sie das roheste Verbrechen, sowohl wider das Sittengesetz als wider die Natur."

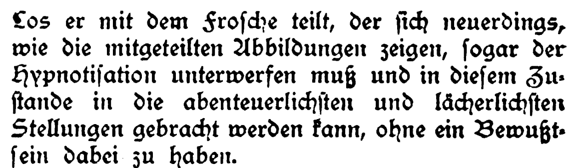
Diesem ernsten Schlußsatze Tschisch' gegenüber haben die Vivisektionisten, die Verfechter der Berechtigung, am lebenden Tiere schmerzerzeugende, oft recht qualvolle Experimente anzustellen, natürlich einen schweren Stand. Wollen sie sich nicht achselzuckend über ethische Bedenken hinwegsetzen, so müssen sie sich entweder auf das Wort berufen, daß der Zweck, die Förderung der Wissenschaft und der menschlichen Gesundheit, das Mittel heilige, oder sie müssen zu zeigen suchen, daß das Schmerzgefühl des Menschen und der Tiere ein verschiedenes sei.

Letzteres versucht in einer sehr interessanten kleinen Schrift „Über den Umgang mit Tieren"

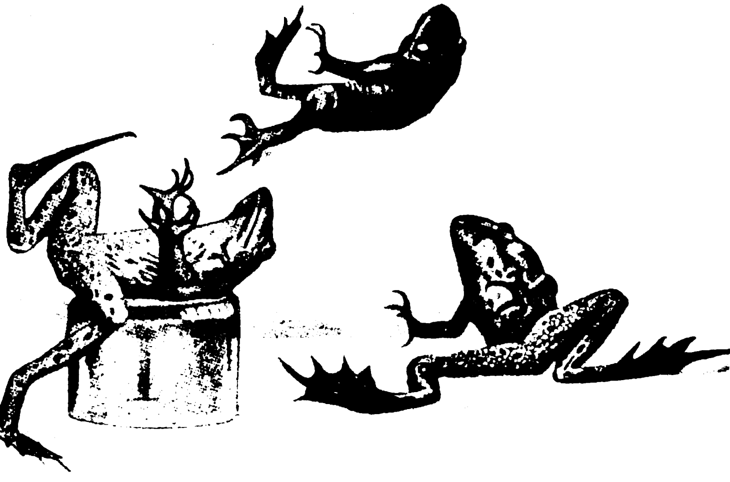


Prof. Herm. Dexler.[1]) Er betont, daß wir über die Empfindungen der Tiere herzlich wenig wissen und sehr oft ein Bewußtsein voraussetzen, wo nur unbewußte, Reflexbewegungen vorhanden sind. Schon die Empfindungsfähigkeit verschiedener Menschen ist verschieden; die gebildeten Frauen der sogenannten höheren Stände sind nicht wehleidiger als diejenigen des Bauernstandes, aber ihr Nervensystem ist empfindlicher geworden. Noch viel größer sind die Unterschiede zwischen der weißen Rasse und den intellektuell tiefer stehenden farbigen Rassen. „Die Menschenfolter, das Peinigen der Kriegsgefangenen, die mit rituellen Gebräuchen verbundenen Verwundungen, der Stoizismus der Rothäute beruhen weit weniger auf Willensstärke und Trotz, sondern überwiegend auf der weit geringeren Fähigkeit Schmerzen zu empfinden. Ich habe in Nordqueensland Eingeborene beobachtet, die sich mit Flaschenscherben die Haut bis auf die Muskeln durchschnitten, ohne dabei irgend welche Gefühle zu äußern, die mit Aufregung, besonderem Schmerze, Stolz ꝛc. zu vergleichen gewesen wären. Ein 40jähriger Mann ließ sich die Haut quer über der ganzen Kreuzgegend bis auf den Sehnenüberzug der Rückenmuskulatur zerschneiden und hatte Muße genug, trotz des heftigen Blutverlustes aus der 3 Zentimeter breit klaffenden Hautwunde sich bequem photographieren zu lassen. Erst wenn wir Gelegenheit gehabt haben, mit solchen Naturvölkern längere Zeit zusammen zu leben, wird es uns begreiflich, wie ganz falsch es ist, ihnen die Grundmesser unserer Gefühle aufpfropfen zu wollen, unser Empfindungsleben mit dem ihrigen in eine Parallele zu stellen.“

In viel höherem Maße gilt dies den Tieren gegenüber, für deren Empfindungslosigkeit Dexler erstaunliche Beispiele anführt. Er hält es nicht für wahrscheinlich, daß gerade der Schmerzsinn der Tiere hoch entwickelt sein sollte, während alle anderen Sinne fast immer hinter den bewußten Leistungen der menschlichen Sinne zurückstehen. Das ist nun freilich ein schlechter Beweis; denn wenn der Hund uns an Feinheit des Riechorgans übertrifft, warum dann nicht auch an Feinheit der Schmerzempfindung? Er nimmt deshalb auch schließlich den Hund als ein feiner organisiertes Tier mit höherer Schmerzempfindung von den übrigen Warmblütern aus. Und doch ist dieses Tier gerade ein Hauptopfer der Vivisektion, welches


Los er mit dem Frosche teilt, der sich neuerdings, wie die mitgeteilten Abbildungen zeigen, sogar der Hypnotisation unterwerfen muß und in diesem Zustande in die abenteuerlichsten und lächerlichsten Stellungen gebracht werden kann, ohne ein Bewußtsein dabei zu haben.

„Wir dürfen“ — schreibt Dexler — „sogar weiter gehen und vermuten, daß die Fähigkeit, bewußten Schmerz in unserem Sinne zu empfinden, erst bei den warmblütigen Tieren anfängt, ausgebildet zu sein. Wäre es anders, so könnte einem grauen vor der ungeheuren Summe von fürchterlichen Schmerzen und Leiden, mit denen die Tierwelt geplagt wäre. Der größte Teil der Erde wird vom Ozean gebildet: Milliarden und Milliarden von Tierarten, von denen sich der Binnenländer keinen Begriff macht, bevölkern das Wasser, und fast durchweg sind es gierige Raubtiere, die einander fressen. Jedes Beutetier wird im Wasser bei lebendigem Leibe zerrissen und verspeist.“


Hypnotisierte Frösche.

Dennoch redet Prof. Dexler einem weitgehenden Tierschutze das Wort, vom Standpunkte der Humanität aus, warnt aber vor Übertreibungen, welche Asyle für alternde Hunde und Katzen errichtet, während die Tiere selbst einen altersschwachen Genossen töten und wir nicht einmal alle unsere Siechen und Alten genügend verpflegen können. Die Vivisektion, das Tierexperiment, wie es heißen sollte, hält er für berechtigt und notwendig. „Das Leben ist schwer und die Krankheiten und Leiden der Menschen sind schreckliche Tatsachen. Die Ausnützung der Tiere nach dieser Richtung hin ist eine unabwendbare Notwendigkeit und nicht in persönlichen Motiven begründet, sondern in letzter Linie in dem mächtigen, durch nichts einzudämmenden Trieb der Selbsterhaltung.“ Und doch wird es stets Menschen geben, welche der Vivisektion selbst um diesen Preis innerlich nicht zustimmen können.

Buntes Allerlei.

„Es ist, unter uns Männern gesagt, mit dem ganzen Alter nur dummes Zeug,“ sagt der prächtige Auflader Sturm in G. Freytags „Soll und Haben“. Trotzdem erwärmen wir uns nicht nur dafür, selbst ein möglichst hohes Alter zu erreichen, sondern interessieren uns lebhaft für alle die Fälle, in denen dieses Geschick beziehungsweise Glück anderen zu teil geworden ist. Auch bei den Volkszählungen werden regelmäßig die über 100 Jahre alten Personen ermittelt, wobei sich denn herausgestellt hat, daß das Alter in diesen Jahren

[1]) Sammlung gemeinnütziger Vorträge des Deutschen Vereines zu Prag.

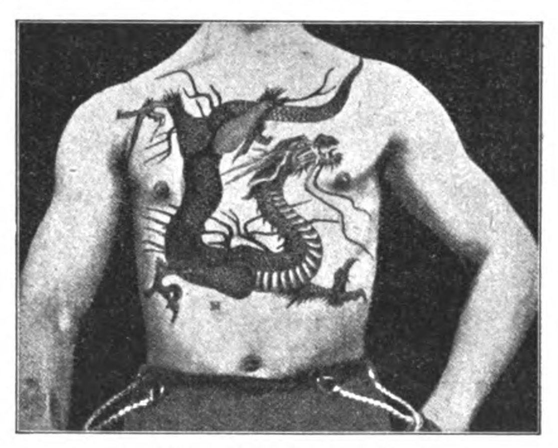


vielfach übertrieben hoch angegeben wird. Während in Preußen bei der Volkszählung von 1871 noch 434 Überhundertjährige, darunter 147 männliche und 287 weibliche, aufgeführt wurden, hat ihre Zahl seit 1885, da man eine sorgfältige, auf Grund der Kirchenbücher, Seelenlisten und Personalnachweisungen geführte Kontrolle der über 90 Jahre alten Personen begann, reißend abgenommen. Schon in diesem Jahre waren nur noch 91, darunter 24 männliche und 67 weibliche Überhundertjährige, bei der letzten Zählung im Jahre 1900 aber nur noch 5 Männer und 30 Frauen von mehr als 100 Jahren vorhanden. Die größere Langlebigkeit der weiblichen Personen tritt in diesen Ziffern deutlich zu Tage. Von ihnen waren 29 Witwen, nur eine unverheiratet Gebliebene, ebenso unter den fünf Männern nur ein Junggeselle. Merkwürdigerweise stammten die meisten Überhundertjährigen aus Westpreußen und Posen, bei 21 von ihnen war die Muttersprache polnisch. Berufstätig waren noch eine 103 Jahre alte polnische verwitwete Arbeiterin und eine 100 Jahre alte deutsche — Hebamme.

Nach allgemeiner Annahme hört das Wachstum des Schädels mit Abschluß des allgemeinen Wachstums, also etwa mit dem 25. Jahre, auf. In Wahrheit wächst aber, wie kürzlich in mehreren Fällen ermittelt ist, der Kopf bis gegen das 50. Jahr und noch länger. Daß dies so lange verborgen blieb, beruhte auf jener rein theoretischen Annahme, die es zum praktischen Nachmessen gar nicht kommen ließ. Ebenso falsch ist die Annahme, daß das Normalgewicht des erwachsenen Mannes 60 bis 65 Kilogramm betrage; für einen völlig erwachsenen Deutschen ist 70 Kilogramm noch ein zu niedriger Satz. Überhaupt zeigt die Gewichtszunahme des Menschen im Laufe eines Jahres merkwürdige Schwankungen. Wägungen, welche in Boston mit Kindern von 7 bis 14 Jahren regelmäßig einmal wöchentlich angestellt wurden, ergaben, daß die Gewichtszunahme in der zweiten Hälfte des Jahres stets beträchtlicher war als in der ersten. Die einzelnen Gewichtsbestimmungen von Woche zu Woche waren stets sehr schwankend, Veränderungen von 2 bis 3 Kilogramm, bald mehr bald weniger, konnten häufig festgestellt werden. Dies beweist, wie wenig Wert die gelegentlichen Wägungen besitzen, durch welche manche Personen festzustellen glauben, ob sie an Gewicht zu- oder abgenommen haben. Nur regelmäßig und unter möglichst gleichen Bedingungen, z. B. immer morgens gleich nach dem Aufstehen, vorgenommene Wägungen können sichere Ergebnisse bringen.

Das Gehirngewicht ist von Marchand an 10.234 Gehirnen männlicher und weiblicher Personen untersucht worden. Seine Untersuchung hat gezeigt, daß dieses Gewicht bei Europäern 1400 Gramm für Männer und 1215 Gramm für Frauen beträgt. Das Gehirngewicht verdoppelt sich während der ersten drei Lebensjahre. Es gelangt bei den Männern zwischen 19 und 20, bei den Frauen zwischen 16 und 18 Jahren zu seinem Höchstbetrage. Die greisenhafte Verringerung des Gehirngewichtes tritt beim männlichen Geschlecht im achten, beim weiblichen im siebenten Jahrzehnt des Lebens ein. Diese Untersuchungen haben nicht nur die schon bekannte Tatsache, daß das Gehirn beim Weibe ohne Ausnahme leichter ist als beim Manne, bestätigt, sondern auch als etwas Neues hinzugefügt, daß dieses Gewicht auch vergleichsweise, das heißt wenn man es in Beziehung zur gesamten Körperlänge des (kleineren) weiblichen Individuums setzt, nicht größer wird.

Unter den äußeren Organen des Menschen ist das Ohr von besonders charakteristischer Gestalt. Wohl kaum zwei Menschen sind zu finden, bei denen die Ohrmuscheln völlig gleich gebaut sind. Diese Formverschiedenheit beschäftigt die Anthropologen, die Psychiater, die Kriminalpolizei seit längerer Zeit; man glaubt in ihr teils ein Mittel zum Wiedererkennen von Personen, besonders Verbrechern, teils ein Rassenmerkmal, teils Degenerationszeichen, die auf geistige Minderwertigkeit oder verbrecherische Beanlagung deuten, gefunden zu haben. Letztere Bedeutung des Ohres als einer Art Kainszeichen bestreitet A. Keith auf Grund seiner an



Brust eines englischen Dragoneroffiziers.

40.000 Personen angestellten Ohrmessungen. Weder das Ohr des Verbrechers noch dasjenige des Geisteskranken besitze in seiner Form spezifische Eigentümlichkeiten. Welche Bedeutung die erst im Entstehen begriffene Ohrenkunde für die Unterscheidung der Rassen haben wird, läßt sich noch nicht ermessen.

Zu einem Standesmerkmal scheint seit einiger Zeit die in gewissen Volkskreisen, bei Fischern und Schiffern, Soldaten, Degenerierten und Verbrechern auch in Europa niemals ausgestorbene Tätowierung erhoben werden zu sollen; es gibt neuerdings tätowierte Fürstlichkeiten. Einer englischen Revue zufolge soll König Eduard noch als Prinz von Wales seinen fürstlichen Vettern mit dem Beispiel der Tätowierung vorangegangen sein und sich auf der rechten Schulter ein indisches Ornament in blauer Farbe haben tätowieren lassen. Die Königinnen Alexandra von England und Olga von Griechenland, welche als Flottenadmiral auf dem Arm einen blauen Anker trägt, sind ihm gefolgt. Auch König Oskar von Schweden und der Zar sind tätowiert; der schönsten Nadelmalereien von künstlerischem (?) Wert rühmt sich der Großfürst Alexis. Prinz Georg von Griechenland, der Gouverneur von Kreta, trägt auf der Brust einen Drachen mit ausgebreiteten Flügeln, fast $^1/_2$ Meter breit, eingraviert. Ein wunderbares Beispiel für die alles überwindende Macht der Modetorheit!

Inhaltsverzeichnis.



Alphabetisches Sach- und Namenregister.

K. u. K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.



